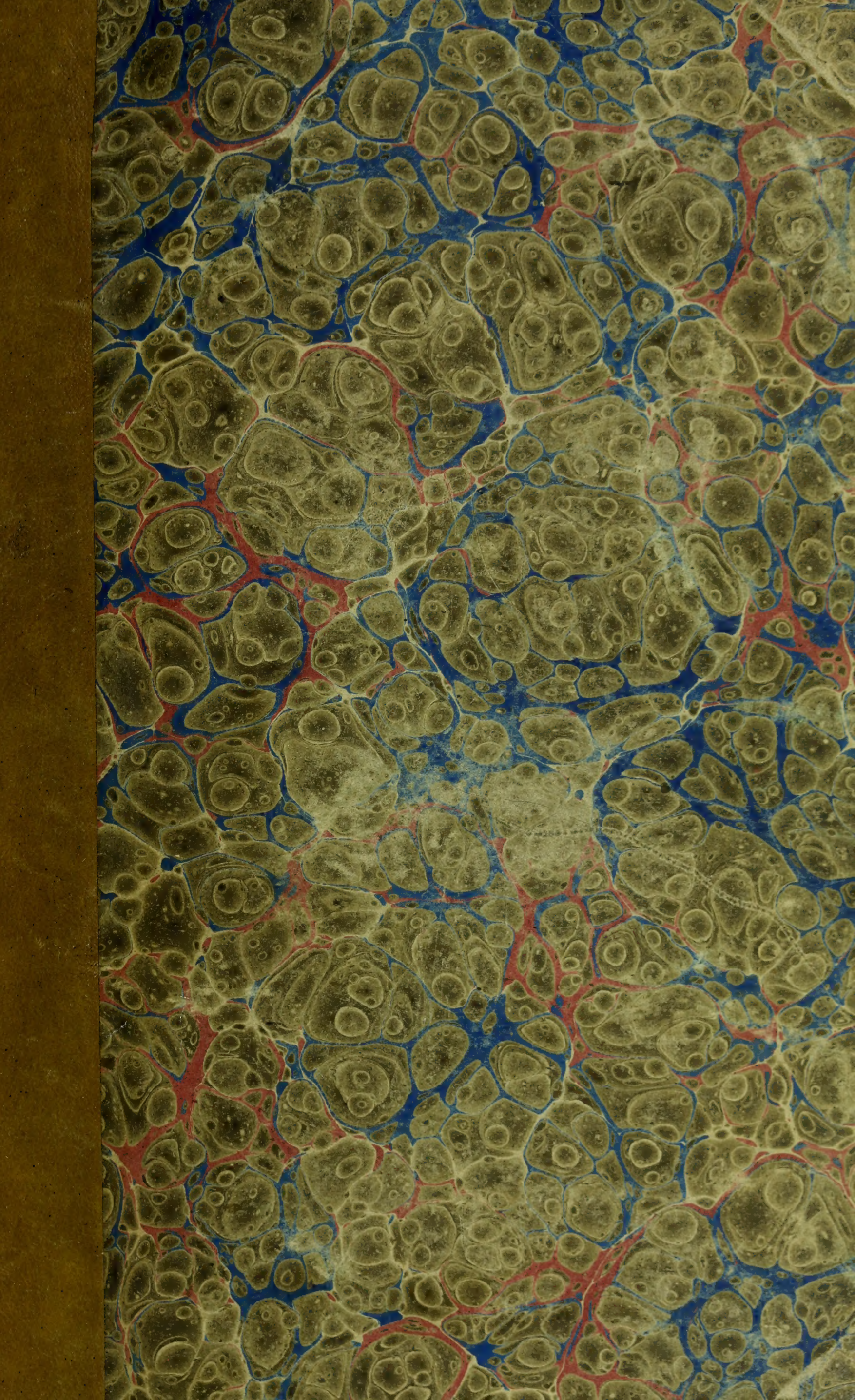


ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

Genève. — Imprimerie Charles Schuchardt.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TROISIÈME PÉRIODE

TOME QUATORZIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE — GEORGES BRIDEL — Place de la Louve, 1

PARIS — G. MASSON — Boulevard St-Germain, 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, à BALE

1885

PREMIÈRE ÉTUDE

SUR LE

MINIMUM DE NUIT

PAR

M. A. KAMMERMANN

Astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève.

Communiqué à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève* dans sa séance du 2 juillet 1885.

Les gelées blanches du printemps dernier m'ont amené à chercher avec quelle approximation il était possible de déterminer à l'avance le minimum de nuit. C'est là une question très complexe; elle dépend des changements dans la nébulosité, de vents froids ou chauds pouvant survenir tout à coup et amener un changement complet des isothermes, d'une chute soudaine de pluie pendant la nuit, etc., etc.

On sait que l'abaissement de la température pendant la nuit est dû au rayonnement nocturne, que cette baisse est plus forte par un ciel clair que par un ciel couvert, par un temps calme que par un vent fort, et qu'elle dépend en grande partie de l'humidité renfermée dans l'air.

Quand je dis humidité, je n'entends pas exprimer par là l'humidité relative ou fraction de saturation, mais bien la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air. Un sa-

vant distingué, M. Jamin, a critiqué avec beaucoup de raison à l'Académie des sciences de Paris, l'habitude qui règne dans les observatoires météorologiques d'exprimer l'humidité de l'air par la fraction de saturation, c'est-à-dire par une fonction qui dépend principalement de la température, de la proportion de vapeur et faiblement des variations de la hauteur barométrique pour le même endroit. Il a proposé de remplacer cette expression par la « richesse hygrométrique, » qui permettrait de comparer directement les observations des différents observatoires, quelle que soit leur position géographique ou leur altitude.

Cela seul permettrait de découvrir les lois de la distribution de l'humidité à la surface de la terre, et il est à désirer que bientôt tous les observatoires se conforment à la proposition de M. Jamin. Toutefois pour l'étude dont nous nous occupons, il est superflu de recourir à ce nouveau facteur; la tension de la vapeur suffira, car elle varie très peu pour les limites de l'oscillation barométrique dans un même lieu.

La vapeur d'eau contenue dans l'air oppose un grand obstacle au rayonnement nocturne, et tous les traités de météorologie rendent les agriculteurs attentifs à l'importance qu'ils doivent attacher aux observations du psychromètre, qui leur permet de déterminer la tension de la vapeur, et les prévient des jours où ils ont à craindre les gelées blanches. A ce propos, ils tiennent le raisonnement suivant : L'air contient toujours une certaine quantité d'eau en suspension ; plus l'air est chaud et plus cette quantité peut devenir considérable. L'air à une température déterminée ne peut contenir qu'une quantité maximale de vapeur d'eau ; si l'air se refroidit, une certaine

quantité de cette vapeur est obligée de se condenser et de passer à l'état liquide, et cette transformation rend libre une somme de chaleur qui contribue à retarder le refroidissement de l'atmosphère. La température à laquelle l'air est saturé, c'est-à-dire où il peut contenir le plus de vapeur d'eau, se nomme le « point de rosée. » L'air est très rarement saturé ; cela n'a lieu que dans les jours de brouillard enveloppant, ou pendant une pluie de longue durée ; ordinairement il pourrait en contenir une quantité plus considérable. On nomme « point de rosée » la température à laquelle il faudrait abaisser l'atmosphère pour que la condensation de la vapeur d'eau commence. La formation de la vapeur d'eau exige une certaine quantité de chaleur, et son retour à l'état liquide rend libre exactement la même quantité de chaleur.

Les traités de météorologie donnent en conséquence aux agriculteurs le conseil suivant : Déterminez chaque soir le point de rosée, et vous pourrez être certains que la température de l'air s'abaissera rarement au-dessous de ce point de rosée ; car si c'était le cas, il se formerait aussitôt une forte condensation qui rendrait libre de la chaleur latente et élèverait la température de l'air. Le conseil est très logique; j'ai voulu le vérifier au moyen des observations qui se font régulièrement à l'Observatoire de Genève. Voici les résultats trouvés pour les années 1883, 1884 et 1885 jusqu'au mois de juin exclusivement :

Nombre de jours pour lesquels le point de rosée a été inférieur au minimum de la nuit suivante.

NB. Quand le point de rosée est égal au min. de nuit, ce cas est compté comme s'il était inférieur.

	1883		1884			1885		
	8ʰs.	10ʰs.	7ʰs.	9ʰs.	10ʰs.	7ʰs.	9ʰs.	10ʰs.
Janvier....	15	16	11	15	16	8	11	13
Février....	17	16	13	16	14	9	11	12
Mars......	21	25	15	14	14	22	24	25
Avril......	24	22	21	20	21	20	20	19
Mai.......	20	16	20	18	16	22	19	21
Juin.......	16	13	23	19	23			
Juillet.....	14	15	16	16	15			
Août......	6	9	8	6	5			
Septembre .	9	6	8	10	10			
Octobre....	11	10	15	13	14			
Novembre..	15	15	17	15	15			
Décembre..	14	18	18	19	19			

On voit que pendant les années calculées il ne s'est jamais présenté un seul mois pour lequel le point de rosée ait été constamment inférieur au minimum de nuit; dans les mois d'août et de septembre il est au contraire presque constamment supérieur. Les chiffres présentent cependant une certaine progression, qui fait supposer une relation entre le point de rosée et le minimum de nuit. La chose était heureusement facile à vérifier.

M. E. Plantamour a calculé dans ses *Nouvelles études sur le climat de Genève* les valeurs du minimum moyen et la moyenne de la tension de la vapeur, de même que la variation diurne de cette dernière. On pouvait donc se rendre facilement compte par ce grand nombre d'observations [le minimum de nuit est une valeur moyenne de 50 années, et la tension de la vapeur de 27 années d'observations] si une loi entre le minimum de nuit et le

point de rosée existait réellement. Il suffit pour cela de considérer le minimum de nuit comme point de rosée, de prendre la tension de la vapeur correspondante et de voir à quelle heure de la soirée cette tension était atteinte. Le tableau suivant donne le minimum de nuit, la tension de la vapeur d'eau à cette température, et l'heure correspondante à laquelle la tension atteignait cette valeur.

	Minimum moyen.	Tension de la vapeur correspondante.	Heure approximative du point de rosée.
	o	mm	
Janvier	— 3,06	3,64	—
Février	— 1,96	3,96	—
Mars.........	+ 0,58	4,79	10h 1/2
Avril.........	+ 4,22	6,19	10
Mai..........	+ 8,04	8,04	9
Juin.........	+11,32	10,00	10
Juillet.......	+13,07	11,21	10
Août.........	+12,50	10,80	10 3/4
Septembre ...	+10,02	9,17	1
Octobre......	+ 6,12	7,06	4
Novembre....	+ 1,66	5,17	4 1/4
Décembre....	— 1,82	4,01	—

Dans les mois d'hiver, la tension de la vapeur correspondant au minimum moyen n'atteint jamais jusqu'à la tension qui lui est assignée par les valeurs normales, et pendant les six mois de mars à août, cette valeur correspond à la tension moyenne de la vapeur qui a lieu normalement à 9 ou 10 h. du soir.

J'indique dans le tableau suivant la tension de la vapeur d'eau qui a lieu à 9 h. 1/2 du soir en moyenne pour tous les mois de l'année, le point de rosée correspondant, et en regard comme point de comparaison, je renouvelle les valeurs du minimum moyen.

	Tension normale de la vapeur d'eau à 9 h. $^1/_2$ s.	Point de rosée correspondant.	Minimum moyen.
	mm	o	o
Janvier......	4.164	— 1.32	— 3.06
Février......	4.372	— 0,67	— 1,96
Mars.........	4.840	+ 0,70	+ 0.58
Avril........	6.160	+ 4,15	+ 4,22
Mai..........	8.064	+ 8.09	+ 8,04
Juin.........	10,040	+11.39	+11,32
Juillet.......	11.266	+13.15	+13,07
Août........	11.009	+12,79	+12.50
Septembre...	9,910	+11,19	+10.02
Octobre......	7,736	+ 7,47	+ 6.12
Novembre....	5.339	+ 2.10	+ 1,66
Décembre....	4,187	— 1,25	— 1,82

La coïncidence des valeurs du minimum moyen avec les points de rosée moyens qui ont lieu à 9 h. $^1/_2$ du soir pendant les mois de mars à août y compris est frappante ; la différence ne dépasse 0°,12 que pour le dernier mois, août. La méthode de se servir du point de rosée qui a lieu à 9 ou 10 h. du soir pour obtenir le minimum de nuit, pendant les six mois indiqués, est donc excellente, à condition de connaître l'écart moyen et l'écart maximal auquel on peut s'attendre. Contrairement à ce que disent certains livres de météorologie, la différence pour ces six mois peut être soit positive soit négative, et pour les six autres mois la probabilité nous indique que le point de rosée doit au contraire être supérieur au minimum moyen. La coïncidence presque parfaite pendant les mois d'avril et mai est très précieuse pour les agriculteurs, auxquels ce travail s'adresse plus spécialement. Elle leur donne un moyen de prévoir les gelées blanches et de prendre leurs précautions en conséquence.

Si nous traçons les courbes du minimum moyen et du point de rosée à 10 h. du soir du jour précédent, nous

voyons que la seconde coupe la première vers le 20 mars et coïncide avec elle depuis cette date presque complètement jusqu'au 15 juillet. Depuis là elle va en s'en éloignant considérablement et atteint le maximum d'élèvement au mois de septembre, puis se rapproche à nouveau presque jusqu'à coïncider avec elle à la fin de novembre, et s'écarte de nouveau considérablement pendant les mois d'hiver, mois pendant lesquels le point de rosée varie très peu. Essayons de donner une explication de cette anomalie.

Il est incontestable que la présence du lac a une influence très marquée sur la marche de la température à Genève. E. Plantamour en a signalé les effets dans son travail *Du climat de Genève* et Wild dans son ouvrage *Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches* lui attribue la différence de 0°,5 pour la température de 8 h. matin qu'il trouve plus élevée que ne l'indiquerait une marche normale.

Tant que la température du lac est différente de la température du sol, il s'établira un courant de la partie la plus froide à la partie la plus chaude, les deux températures tendant à s'équilibrer. En été, au milieu du jour nous aurons donc une brise du lac et au milieu de la nuit une brise de terre. Plus la différence de température sera grande et plus la brise sera forte. Comparons donc la température de 10 h. du soir avec la température du lac pendant les différents mois de l'année en admettant que cette dernière soit constante pendant la durée d'un jour, ce qui est certainement le cas dès qu'on s'abaisse à une certaine profondeur. Nous admettrons en outre, que la température du lac soit la même que celle du Rhône mesurée à la sortie de celui-ci, supposition qui est assez

exacte, puisque ce sont les couches supérieures qui se déversent, et dont l'approximation est encore entièrement suffisante pour l'explication présente. La température du Rhône étant mesurée à une profondeur de 1 $^1/_2$ mètre environ, on voit que les deux suppositions précédentes sont d'une exactitude suffisante. Je mets en regard les deux températures mentionnées précédemment :

	Température du Rhône.	Température de l'air à 10 h. soir.
	o	o
Janvier	+ 5,11	— 0,43
Février	+ 4,96	+ 1,06
Mars	+ 6,12	+ 4,11
Avril	+ 8,78	+ 8,32
Mai	+11,72	+12,14
Juin	+15,34	+15,51
Juillet	+18,09	+17,68
Août	+18,65	+16,87
Septembre	+17,07	+13,66
Octobre	+13,98	+ 9,07
Novembre	+ 9,63	+ 4,09
Décembre	+ 6,61	+ 0,42

On voit par ce tableau que depuis la fin de mars jusqu'au milieu de juillet approximativement la différence entre la température du lac et celle de l'air à 10 h. du soir ne dépasse jamais 0°,6 ; la coïncidence est même assez remarquable. Il va sans dire qu'avec une différence aussi peu considérable la brise du lac sera nulle, et l'on remarquera également que c'est précisément la période pendant laquelle le minimum moyen de température coïncide presque exactement avec le point de rosée de 10 h. du soir du jour précédent. A partir du 16 juillet la température du lac est constamment supérieure à la température de l'air à 10 h. du soir et il doit forcément se produire un courant du lac à la terre ; mais l'air qui a

séjourné sur l'eau est forcément plus saturé de vapeur d'eau que l'air situé sur le sol. L'épaisseur de cette couche étant très faible, elle n'opposera que peu de résistance au rayonnement nocturne. Le point de rosée sera donc supérieur à celui qui serait indiqué si ce courant d'air saturé n'existait pas. Le minimum de nuit s'abaissera donc aussi au-dessous du minimum probable indiqué par le point de rosée.

Plus la température de l'eau est élevée et plus aussi elle cédera de vapeur à l'air ambiant, et d'un autre côté plus la différence entre la température de l'eau et celle de l'air au-dessus du sol est grande et plus la brise du lac sera forte. Nous avons donc deux facteurs à considérer, auxquels nous ne nous arrêterons pas toutefois dans le présent travail. Celui-ci a plutôt la prétention d'être populaire, et nous aurons l'occasion de traiter la question plus à fond en examinant dans un autre travail l'influence du lac sur la variation diurne de la tension de la vapeur.

La forte différence entre le point de rosée et le minimum moyen en hiver a du reste encore une autre cause, inséparable de l'observation au moyen du psychromètre. Dès que la température de la boule mouillée descend au-dessous de 0°, l'enveloppe humide est remplacée par une couche de glace et l'évaporation ne s'opère plus que difficilement. Même si l'on a soin d'humecter la boule et de noter la température la plus basse produite par l'évaporation, l'humidité indiquée par le psychromètre est toujours trop forte, ainsi que l'a démontré M. Wolf, l'éminent directeur de l'Observatoire de Zurich, dans une brochure intitulée : *Psychrometer oder Haarhygrometer?*

La différence peut, dans la pratique, être parfois assez

grande comme on le verra par les tableaux qui suivent; car le rayonnement nocturne est plus faible par un ciel couvert que par un ciel clair, fait connu des agriculteurs qui savent bien que les gelées sont peu à craindre quand le ciel est couvert. Dans d'autres cas, lorsque le vent ou la bise soufflent fortement, on peut admettre que le minimum de nuit ne s'abaissera guère de plus de 2° au-dessous de la température qu'indique la boule mouillée. Il arrive parfois, mais très rarement, que la température maxima a lieu dans la nuit et non pendant le jour, mais ce sont là des cas isolés et la moyenne des observations faites à l'Observatoire de Genève indique suffisamment que la détermination du minimum de nuit au moyen du point de rosée est très pratique pour connaître approximativement la température la plus basse. Toutefois comme deux moyens indépendants l'un de l'autre sont toujours plus sûrs qu'un seul, je signalerai le suivant à employer conjointement avec le premier.

Le minimum de nuit ne dépend pas seulement du degré d'humidité contenue dans l'air, mais aussi de la chaleur que la terre a reçue dans la journée. On peut admettre avec beaucoup d'approximation, ainsi que je le montrerai par des chiffres, que le rapport de l'amplitude totale de la température pendant un jour à la différence entre la température d'une heure déterminée et le minimum de nuit est constant. En effet, prenons ce rapport pour 10 h. du soir tel que nous pouvons le déduire des données calculées par E. Plantamour et nous trouvons pour les différents mois les valeurs suivantes. *An* désigne l'amplitude normale et t_{10}-m la différence entre la température normale de 10 h. du soir et le minimum moyen.

	$\frac{An}{t_{10} - m}$
Janvier	2,35
Février	2,50
Mars	2,46
Avril	2,44
Mai	2,63
Juin	2,69
Juillet	2,54
Août	2,59
Septembre	2,74
Octobre	2,78
Novembre	2,57
Décembre	2,43

J'ai choisi 10 h. du soir comme température à prendre parce que cette heure se trouve suffisamment éloignée du maximum du jour, ce qui est nécessaire, car il importe que la différence $t_n - m_n$ soit suffisamment grande pour que le dénominateur de la fraction ne s'approche pas de 0. Dans le courant de l'année l'amplitude varie de 5°,44 à 11°,71, tandis que celle de 10 h. du soir monte de — 0°,43 à + 17°,68, et malgré ces grandes différences nous voyons que le rapport est à peu près constant, cela nous autorise à établir la proportion suivante :

$$An : t_{10} - m_n = A : t - m$$

A étant l'amplitude de température du jour considéré, t la température observée à 10 h. du soir, et m le minimum de la nuit suivante que l'on cherche à déterminer. En désignant par M le maximum du jour observé à un thermomètre à maxima, on peut remplacer A par $M - m$, et l'on aura pour m la valeur :

$$m = t - (M - t)\frac{t_{10} - m_n}{An - (t_{10} - m_n)} = t - (M - t)\,a$$

Le minimum probable sera donc égal à la température observée à 10 h. du soir moins la différence entre le maximum du jour et cette température multipliée par une constante. Le rapport $\frac{t_{10} - m_n}{An - (t_n - m_n)}$ n'est pas entièrement constant, comme on le verra plus bas; mais on pourra toujours tenir compte de sa variation. Je donne les valeurs de ce rapport pour les différents mois de l'année.

	$a = \frac{t_{10} - mn}{An - (tn - mn)}$
Janvier	0,739
Février	0,670
Mars	0,687
Avril	0,694
Mai	0,614
Juin	0,592
Juillet	0,649
Août	0,630
Septembre	0,574
Octobre	0,562
Novembre	0,636
Décembre	0,700

Le minimum probable sera fourni par la demi-somme des minima ainsi calculés. Il importe de connaître le degré d'exactitude auquel on peut arriver par les deux moyens indiqués. J'ai donc calculé séparément ces valeurs pour les années 1882, 1883, 1884 et 1885 jusqu'au mois de juin y compris. La première colonne intitulée m_1 donne le minimum de nuit calculé par la formule

$$m_1 = t_{10} - (\text{Maximum} - t_{10})\,a$$

et la deuxième m_2 fournit le minimum indiqué par le point de rosée corrigé des valeurs fournies par la marche normale. La troisième colonne contient le minimum véritablement observé et la quatrième le minimum prévu, tel qu'il résulte de la moyenne des deux minima calculés comme il est dit précédemment. Les trois autres colonnes enfin contiennent les différences entre le minimum vrai et les trois autres valeurs.

	JANVIER 1882							FÉVRIER 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	— 6°,3	— 5°,3	— 5°,6	— 5°,8	+ 0°,7	— 0°,3	+ 0°,2	+ 2°,2	— 1°,2	+ 0°,2	+ 0°,5	— 2°,0	+ 1°,4	— 0°,3
2	— 5,4	— 5,6	— 7,0	— 5,5	— 1,6	— 0,4	— 1,5	— 2,7	— 3,4	— 1,2	— 3,1	+ 1,5	+ 2,2	+ 1,9
3	— 1,6	— 2,4	— 1,9	— 2,0	— 0,3	+ 0,5	+ 0,1	— 3,0	— 3,3	— 2,2	— 3,1	+ 0,8	+ 1,1	+ 0,9
4	+ 2,9	— 0,1	+ 3,0	+ 1,4	+ 0,1	+ 3,1	+ 1,6	— 5,7	— 4,1	— 3,1	— 4,9	+ 2,6	+ 1,0	+ 1,8
5	+ 2,8	+ 0,6	+ 3,4	+ 1,7	+ 0,6	+ 2,8	+ 1,7	— 2,7	— 4,2	— 4,0	— 3,4	— 1,3	+ 0,2	— 0,6
6	— 4,9	— 2,2	— 0,8	— 3,6	+ 4,1	+ 1,4	+ 2,8	— 3,5	— 4,6	— 3,8	— 4,1	— 0,3	+ 0,8	+ 0,3
7	— 2,4	— 0,2	+ 2,8	— 1,3	+ 5,2	+ 3,0	+ 4,1	— 3,5	— 5,7	— 2,9	— 4,6	+ 0,6	+ 2,8	+ 1,7
8	+ 2,8	— 3,9	+ 0,4	— 0,5	— 2,4	+ 4,3	+ 0,9	— 2,2	— 4,6	— 2,9	— 3,4	— 0,7	+ 1,7	+ 0,5
9	— 7,1	— 3,9	— 3,4	— 5,5	+ 3,7	+ 0,5	+ 2,1	— 2,1	— 4,6	— 2,4	— 3,3	— 0,3	+ 2,2	+ 0,9
10	+ 4,0	— 2,2	— 0,4	+ 0,9	— 4,4	+ 1,8	— 1,3	— 7,8	— 6,5	— 5,7	— 7,1	+ 2,1	+ 0,8	+ 1,4
11	— 6,5	— 2,1	— 3,1	— 4,3	+ 3,4	— 1,0	+ 1,2	— 5,9	— 5,6	— 6,3	— 5,7	— 0,4	— 0,7	— 0,6
12	— 3,5	— 1,3	— 0,9	— 2,4	+ 2,6	+ 0,4	+ 1,5	— 4,1	— 4,6	— 4,6	— 4,4	— 0,5	0,0	— 0,2
13	— 2,5	— 2,3	+ 0,1	— 2,4	+ 2,6	+ 2,4	+ 2,5	— 4,2	— 3,2	— 5,1	— 3,7	— 0,9	— 1,9	— 1,4
14	— 1,6	— 2,3	— 1,2	— 2,0	+ 0,4	+ 1,1	+ 0,8	— 7,0	— 3,5	— 3,8	— 5,3	+ 3,2	— 0,3	+ 1,5
15	— 1,3	— 2,7	— 1,8	— 2,0	— 0,5	+ 0,9	+ 0,2	— 5,6	— 1,4	— 0,5	— 3,5	+ 5,1	+ 0,9	+ 3,0
16	— 1,6	— 3,0	— 2,0	— 2,3	— 0,4	+ 1,0	+ 0,3	0,0	— 0,3	+ 0,8	— 0,1	+ 0,8	+ 1,1	+ 0,9
17	— 1,3	— 3,3	— 2,3	— 2,3	— 1,0	+ 1,0	0,0	— 3,4	— 4,0	— 2,0	— 3,7	+ 1,4	+ 2,0	+ 1,7
18	— 2,3	— 4,4	— 2,2	— 3,3	+ 0,1	+ 2,2	+ 1,1	— 0,9	— 0,8	— 0,9	— 0,9	0,0	— 0,1	0,0
19	— 2,2	— 3,6	— 2,1	— 2,9	+ 0,1	+ 1,5	+ 0,8	+ 3,1	— 1,1	+ 3,5	+ 1,0	+ 0,4	+ 4,6	+ 2,5
20	— 1,0	— 3,7	— 1,9	— 2,4	— 0,9	+ 1,8	+ 0,5	— 0,7	— 5,4	+ 0,9	— 3,0	+ 1,6	+ 6,3	+ 3,9
21	— 1,0	— 3,2	— 2,2	— 2,1	— 1,2	+ 1,0	— 0,1	+ 0,1	— 7,2	— 2,4	— 3,6	— 2,5	+ 4,8	+ 1,2
22	— 1,8	— 3,6	— 2,0	— 2,7	— 0,2	+ 1,6	+ 0,7	+ 1,4	— 2,6	+ 1,7	— 0,6	+ 0,3	+ 4,3	+ 2,3
23	— 1,4	— 3,7	— 3,2	— 2,5	— 1,8	+ 0,5	— 0,7	— 1,8	— 1,4	— 2,9	— 1,6	— 1,1	— 1,5	— 1,3
24	— 1,9	— 3,2	— 3,1	— 2,5	— 1,2	+ 0,1	— 0,6	— 3,4	— 0,8	— 2,3	— 2,1	+ 1,1	— 1,5	— 0,2
25	— 1,8	— 3,3	— 3,2	— 2,6	— 1,4	+ 0,1	— 0,6	+ 1,3	+ 1,4	+ 3,9	+ 1,3	+ 2,6	+ 2,5	+ 2,6
26	— 1,8	— 3,6	— 3,0	— 2,7	— 1,2	+ 0,6	— 0,3	+ 5,2	+ 0,8	+ 8,8	+ 3,0	+ 3,6	+ 8,0	+ 5,8
27	— 3,8	— 4,5	— 4,0	— 4,2	— 0,2	+ 0,5	+ 0,2	+ 2,8	+ 5,1	+ 7,8	+ 3,9	+ 5,0	+ 2,7	+ 3,9
28	— 2,2	— 3,5	— 3,8	— 2,9	— 1,6	— 0,3	— 0,9	+ 3,8	+ 3,1	+ 5,0	+ 3,5	+ 1,2	+ 1,9	+ 1,5
29	— 1,8	— 3,5	— 3,6	— 2,6	— 1,8	— 0,1	— 1,0							
30	— 4,7	— 5,1	— 4,4	— 4,9	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,5							
31	— 1,4	— 2,4	— 1,0	— 1,9	+ 0,4	+ 1,4	+ 0,9							
Moy..					± 1,50	± 1,24	± 1,02					± 1,57	± 2,12	± 1,60

	MARS 1882							AVRIL 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 7°,9	+ 0°,9	+ 7°,0	+ 4°,4	— 0°,9	+ 6°,1	+ 2°,6	+ 2°,2	+ 2°,8	+ 3°,1	+ 2°,5	+ 0°,9	+ 0°,3	+ 0°,6
2	+ 1,6	+ 1,0	+ 4,0	+ 1,3	+ 2,4	+ 3,0	+ 2,7	5,1	+ 3,4	+ 2,2	+ 4,2	— 2,9	— 1,2	— 2,0
3	+ 3,6	— 0,4	+ 1,3	+ 1,6	— 2,3	+ 1,7	— 0,3	2,6	+ 1,8	+ 2,9	+ 2,2	+ 0,3	+ 1,1	+ 0,7
4	+ 1,5	— 0,5	+ 1,2	+ 0,5	— 0,3	+ 1,7	+ 0,7	3,8	+ 3,2	+ 5,8	+ 3,5	+ 2,0	+ 2,6	+ 2,3
5	+ 3,5	+ 2,7	+ 5,1	+ 3,1	+ 1,6	+ 2,4	+ 2,0	3,4	+ 5,6	+ 3,4	+ 4,5	0,0	— 2,2	— 1,1
6	+ 0,6	+ 1,2	+ 1,8	+ 0,9	+ 1,2	+ 0,6	+ 0,9	7,1	+ 5,4	+ 8,0	+ 6,2	+ 0,9	+ 2,6	+ 1,8
7	+ 3,6	+ 5,1	+ 2,7	+ 4,4	— 0,9	— 2,4	— 1,7	3,9	+ 4,7	+ 3,4	+ 4,3	— 0,5	— 1,3	— 0,9
8	+ 3,0	+ 2,7	+ 0,7	+ 2,8	— 2,3	— 2,0	— 2,1	1,1	+ 3,9	+ 2,6	+ 2,5	+ 1,5	— 1,3	+ 0,1
9	— 0,4	+ 2,4	+ 0,9	+ 1,0	+ 1,3	— 1,5	— 0,1	4,3	— 0,6	+ 3,6	+ 1,9	— 0,7	+ 4,2	+ 1,7
10	+ 0,9	+ 4,0	+ 1,4	+ 2,4	+ 0,5	— 2,6	— 1,0	3,4	— 1,6	+ 2,3	+ 0,9	— 1,1	+ 3,9	+ 1,4
11	+ 0,2	+ 4,1	+ 1,0	+ 2,2	+ 0,8	— 3,1	— 1,2	0,4	— 7,9	— 1,2	— 3,8	— 1,6	+ 6,7	+ 2,6
12	+ 0,6	+ 3,5	+ 1,3	+ 2,1	+ 0,7	— 2,2	— 0,8	3,1	— 5,3	0,0	— 1,1	— 3,1	+ 5,3	+ 1,1
13	+ 1,0	+ 4,9	+ 5,9	+ 3,0	+ 4,9	+ 1,0	+ 2,9	1,3	— 2,6	0,0	— 0,7	— 1,3	+ 2,6	+ 0,7
14	+ 6,3	+ 5,5	+ 6,0	+ 5,9	— 0,3	+ 0,5	+ 0,1	7,0	+ 6,4	+ 8,7	+ 6,7	+ 1,7	+ 2,3	+ 2,0
15	+ 2,5	+ 4,3	+ 1,0	+ 3,4	— 1,5	— 3,3	— 2,4	2,4	+ 5,5	+ 4,2	+ 3,9	+ 1,8	— 2,3	— 0,3
16	+ 2,6	+ 3,6	+ 2,8	+ 3,1	+ 0,2	— 0,8	— 0,3	1,7	+ 3,4	+ 3,9	+ 2,5	+ 2,2	— 0,5	+ 1,4
17	+ 2,2	+ 4,8	+ 2,6	+ 3,5	+ 0,4	— 2,2	— 0,9	4,8	+ 4,1	+ 6,4	+ 4,5	+ 1,6	+ 2,3	+ 1,9
18	+ 1,5	+ 6,5	+ 2,4	+ 4,0	+ 0,9	— 4,1	— 1,6	7,4	+ 8,4	+ 7,7	+ 7,9	+ 0,3	— 0,7	— 0,2
19	+ 4,5	+ 5,9	+ 3,0	+ 5,2	— 1,5	— 2,9	— 2,2	3,7	+ 4,3	+ 4,1	+ 4,0	+ 0,4	— 0,2	+ 0,1
20	+ 5,5	+ 6,1	+ 9,1	+ 5,8	+ 3,6	+ 3,0	+ 3,3	5,2	+ 4,5	+ 3,7	+ 4,8	— 1,5	— 0,8	— 1,1
21	+ 7,2	+ 3,9	+ 6,0	+ 5,5	— 1,2	+ 2,1	+ 0,5	4,7	+ 8,2	+ 6,3	+ 6,5	+ 1,6	— 1,9	— 0,2
22	+ 3,9	+ 5,3	+ 3,8	+ 4,6	— 0,1	— 1,5	— 0,8	7,4	+ 5,1	+ 4,8	+ 6,3	— 2,6	— 0,3	— 1,5
23	— 7,7	— 1,7	— 0,9	— 4,7	+ 6,8	+ 0,8	+ 3,8	12,6	+ 6,2	+ 13,2	+ 9,4	+ 0,6	+ 7,0	+ 3,8
24	+ 0,5	— 2,5	+ 1,7	— 1,0	+ 1,2	+ 4,2	+ 2,7	3,6	+ 8,2	+ 5,8	+ 5,9	+ 2,2	— 2,4	— 0,1
25	+ 1,6	— 1,6	— 0,2	0,0	— 1,8	+ 1,4	— 0,2	4,9	+ 3,2	+ 8,0	+ 4,1	+ 3,1	+ 4,8	+ 3,9
26	+ 2,9	+ 2,2	+ 6,1	+ 2,5	+ 3,2	+ 3,9	+ 3,6	6,1	+ 6,7	+ 7,0	+ 6,4	+ 0,9	+ 0,3	+ 0,6
27	— 3,4	+ 1,7	+ 0,8	— 0,8	+ 4,2	— 0,9	+ 1,6	2,7	+ 8,0	+ 5,2	+ 5,4	+ 2,5	— 2,8	— 0,2
28	— 0,4	— 0,4	+ 2,1	— 0,4	+ 2,5	+ 2,5	+ 2,5	2,0	+ 3,9	+ 1,1	+ 3,0	— 1,0	— 2,8	— 1,9
29	+ 3,6	— 0,7	— 1,0	+ 1,4	— 4,6	— 0,3	— 2,4	1,9	+ 4,1	+ 5,6	+ 3,0	+ 3,7	+ 1,5	+ 2,6
30	— 1,3	+ 1,8	— 0,2	+ 0,2	+ 1,1	— 2,0	— 0,4	12,2	+ 5,4	+ 8,2	+ 8,8	— 4,0	+ 2,8	— 0,6
31	+ 2,6	+ 4,2	+ 4,9	+ 3,4	+ 2,3	+ 0,7	+ 1,5							
Moy..					± 1,85	± 2,17	± 1,61					± 1,62	± 2,37	± 1,31

	MAI 1882							JUIN 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 7°,8	+ 8°,3	+ 8°,7	+ 8°,0	+ 0°,9	+ 0°,4	+ 0°,7	+10°,2	+10°,9	+11°,0	+10°,6	+ 0°,8	+ 0°,1	+ 0°,4
2	6,6	9,5	8,8	8,1	+ 2,2	— 0,7	+ 0,7	14,3	12,8	14,8	13,0	+ 0,5	+ 2,0	+ 1,8
3	7,8	10,0	7,0	8,9	— 0,8	— 3,0	— 1,9	16,4	15,5	15,6	15,9	— 0,8	+ 0,1	— 0,3
4	8,2	11,5	11,2	9,8	+ 3,0	— 0,3	+ 1,4	17,1	16,5	18,2	16,8	+ 1,1	+ 1,7	+ 1,4
5	1,7	8,1	8,3	4,9	+ 6,6	+ 0,2	+ 3,4	5,6	12,6	11,8	9,1	+ 6,2	— 0,8	+ 2,7
6	8,3	8,9	9,8	8,6	+ 1,5	+ 0,9	+ 1,2	8,5	10,3	7,8	9,4	— 0,7	— 2,5	— 1,6
7	6,0	11,0	10,8	8,5	+ 4,8	— 0,2	+ 2,3	13,2	13,7	14,9	13,5	+ 1,7	+ 1,2	+ 1,4
8	7,5	12,0	12,0	9,8	+ 4,5	0,0	+ 2,2	3,8	9,6	9,7	6,7	+ 5,9	+ 0,1	+ 3,0
9	7,6	10,4	7,5	9,0	— 0,1	— 2,9	— 1,5	8,0	9,2	7,7	8,6	— 0,3	— 1,5	— 0,9
10	3,4	0,0	5,1	1,7	+ 1,7	+ 5,1	+ 3,4	9,0	9,9	10,9	9,4	+ 1,9	+ 1,0	+ 1,5
11	8,0	3,5	5,7	5,7	— 2,3	+ 2,2	0,0	9,7	7,0	10,1	8,4	+ 0,4	+ 3,1	+ 1,7
12	8,2	9,4	7,9	8,8	— 0,2	— 1,5	— 0,9	6,7	7,3	8,7	7,0	+ 2,0	+ 1,4	+ 1,7
13	11,8	8,5	10,3	10,1	— 1,5	+ 1,8	+ 0,2	9,5	5,7	7,5	7,6	— 2,0	+ 1,8	— 0,1
14	11,0	11,3	10,6	11,1	— 0,4	— 0,7	— 0,5	3,6	4,9	7,2	4,3	+ 3,6	+ 2,3	+ 2,9
15	7,7	1,8	5,0	4,7	— 2,7	+ 3,2	+ 0,3	5,3	7,6	6,9	6,4	+ 1,6	— 0,7	+ 0,5
16	6,6	1,3	5,0	4,0	— 1,6	+ 3,7	+ 1,0	6,7	7,5	7,7	7,1	+ 1,0	+ 0,2	+ 0,6
17	4,9	0,2	5,1	2,5	+ 0,2	+ 4,9	+ 2,6	8,0	0,1	5,4	4,0	— 2,6	+ 5,3	+ 1,4
18	4,1	0,0	3,2	2,1	— 0,9	+ 3,2	+ 1,1	5,1	6,6	5,8	5,8	+ 0,7	— 0,8	0,0
19	4,9	4,5	2,3	4,7	— 2,6	— 2,2	— 2,4	9,8	11,8	11,8	10,8	+ 2,0	0,0	+ 1,0
20	8,1	3,0	8,6	5,6	+ 0,5	+ 5,6	+ 3,0	8,4	6,3	8,5	7,4	+ 0,1	+ 2,2	+ 1,1
21	8,4	7,7	10,4	8,0	+ 2,0	+ 2,7	+ 2,4	11,1	10,8	12,9	10,9	+ 1,8	+ 2,1	+ 2,0
22	7,2	10,8	10,0	9,0	+ 2,8	— 0,8	+ 1,0	10,1	13,0	11,0	11,6	+ 0,9	— 2,0	— 0,6
23	9,8	10,4	9,0	10,1	— 0,8	— 1,4	— 1,1	15,9	12,6	16,5	14,2	+ 0,6	+ 3,9	+ 2,3
24	3,5	9,4	9,2	6,5	+ 5,7	— 0,2	+ 2,7	13,2	16,2	14,5	14,7	+ 1,3	— 1,7	— 0,2
25	9,8	8,9	6,1	9,3	— 3,7	— 2,8	— 3,2	15,1	15,3	16,6	15,2	+ 1,5	+ 1,3	+ 1,4
26	10,0	10,2	11,1	10,1	+ 1,1	+ 0,9	+ 1,0	14,7	14,2	15,0	14,4	+ 0,3	+ 0,8	+ 0,6
27	9,3	11,3	8,2	10,3	— 1,1	— 3,1	— 2,1	10,1	14,4	12,3	12,3	+ 2,2	— 2,1	0,0
28	11,4	11,9	10,3	11,6	— 1,1	— 1,6	— 1,3	8,9	7,9	8,8	8,4	— 0,1	+ 0,9	+ 0,4
29	15,1	16,4	13,7	15,7	— 1,4	— 2,7	— 2,0	15,0	11,4	11,2	13,2	— 3,8	— 0,2	— 2,0
30	14,6	17,2	15,1	15,9	+ 0,5	— 2,1	— 0,8	13,1	15,8	15,0	14,4	+ 0,9	— 0,8	+ 0,6
31	12,5	13,2	14,7	12,8	+ 2,2	+ 1,5	+ 1,9							
Moy..					± 1,98	± 2,02	± 1,62					± 1,64	± 1,49	± 1,20

	JUILLET 1882							AOUT 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+10°,5	+14°,5	+12°,9	+12°,5	+ 2°,4	— 1°,6	+ 0°,4	+10°,2	+12°,6	+10°,0	+11°,4	— 0°,2	— 2°,6	— 1°,4
2	9,6	11,3	10,7	10,5	+ 1,1	— 0,6	+ 0,2	13,9	12,1	16,0	13,0	+ 2,1	+ 3,9	+ 3,0
3	11,6	8,5	10,6	10,0	— 1,0	+ 2,1	+ 0,6	10,9	14,4	11,9	12,7	+ 1,0	— 2,5	— 0,8
4	10,0	12,0	10,5	11,0	+ 0,5	— 1,5	— 0,5	13,5	13,3	11,9	13,4	— 1,6	— 1,4	— 1,5
5	13,4	12,1	13,9	12,7	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,2	10,2	6,5	10,0	8,4	— 0,2	+ 3,5	+ 1,6
6	8,4	11,3	11,9	9,9	+ 3,5	+ 0,6	+ 2,0	9,8	8,8	11,1	9,3	+ 1,3	+ 2,3	+ 1,8
7	16,9	9,7	16,1	13,3	— 0,8	+ 6,4	+ 2,8	12,9	10,7	10,6	11,8	— 2,3	— 0,1	— 1,2
8	6,4	13,1	13,0	9,7	+ 0,6	— 0,1	+ 3,3	11,3	11,8	10,5	11,5	— 0,8	— 1,3	— 1,0
9	10,7	12,0	11,9	11,4	+ 1,2	— 0,1	+ 0,5	11,6	11,0	12,1	11,3	+ 0,5	+ 1,1	+ 0,8
10	8,9	10,1	10,9	9,5	+ 2,0	+ 0,8	+ 1,4	11,2	12,6	10,2	11,9	— 1,0	— 2,4	— 1,7
11	8,9	12,0	12,5	10,5	+ 3,6	+ 0,5	+ 2,0	12,0	13,6	12,9	12,8	+ 0,9	— 0,7	+ 0,1
12	16,8	13,2	12,6	15,0	— 4,2	— 0,6	— 2,4	13,8	14,9	13,5	14,4	— 0,3	— 1,4	— 0,9
13	7,1	10,2	9,5	8,6	+ 2,4	— 0,7	+ 0,9	15,6	14,5	13,6	15,0	— 2,0	— 0,9	— 1,4
14	9,4	11,5	9,0	10,5	— 0,4	— 2,5	— 1,5	11,4	13,3	14,4	12,4	+ 3,0	+ 1,1	+ 2,0
15	12,2	14,9	9,1	13,5	— 3,1	— 5,8	— 4,4	13,9	15,4	14,9	14,6	+ 1,0	— 0,5	+ 0,3
16	15,1	17,0	17,2	16,0	+ 2,1	+ 0,2	+ 1,2	9,7	13,7	13,4	11,7	+ 3,7	— 0,3	+ 1,7
17	9,3	13,9	13,2	11,6	+ 3,9	— 0,7	+ 1,6	9,9	9,3	11,8	9,6	+ 1,9	+ 2,5	+ 2,2
18	9,0	12,1	10,1	10,5	+ 1,1	— 2,0	— 0,4	11,3	9,8	12,0	10,5	+ 0,7	+ 2,2	+ 1,5
19	12,2	14,6	12,0	13,4	— 0,2	— 2,6	— 1,4	11,7	11,3	12,3	11,5	+ 0,6	+ 1,0	+ 0,8
20	14,0	16,3	13,6	15,1	— 0,4	— 2,7	— 1,5	12,4	13,5	15,5	13,0	+ 3,1	+ 2,0	+ 2,5
21	17,0	16,7	17,2	16,8	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,4	10,7	14,6	13,3	12,6	+ 2,6	— 1,3	+ 0,7
22	12,2	14,7	16,3	13,5	+ 4,1	+ 1,6	+ 2,8	15,3	11,4	14,8	13,4	— 0,5	+ 3,4	+ 1,4
23	14,7	15,0	13,5	14,9	— 1,2	— 1,5	— 1,4	7,7	7,8	10,0	7,7	+ 2,3	+ 2,2	+ 2,3
24	13,2	14,1	14,5	13,6	+ 1,3	+ 0,4	+ 0,9	6,3	5,9	11,5	6,1	+ 5,2	+ 5,6	+ 5,4
25	13,1	10,2	12,7	11,7	— 0,4	+ 2,5	+ 1,0	4,8	8,1	8,7	6,5	+ 3,9	+ 0,6	+ 2,2
26	18,4	12,6	15,0	15,5	— 3,4	+ 2,4	— 0,8	15,9	6,9	10,8	11,4	— 5,1	+ 3,9	— 0,6
27	9,2	10,7	9,0	9,9	— 0,2	— 1,7	— 0,9	7,3	9,0	10,9	8,2	+ 3,6	+ 1,9	+ 2,7
28	10,3	8,8	10,0	9,5	— 0,3	+ 1,2	+ 0,5	8,6	10,0	10,2	9,3	+ 1,6	+ 0,2	+ 0,9
29	11,9	10,5	12,6	11,2	+ 0,7	+ 2,1	+ 1,4	12,5	11,6	14,3	12,0	+ 1,8	+ 2,7	+ 2,3
30	12,0	10,3	11,1	11,1	— 0,9	+ 0,8	0,0	12,3	7,6	12,8	10,0	+ 0,5	+ 5,2	+ 2,8
31	9,4	10,6	8,7	10,0	— 0,7	— 1,9	— 1,3	6,1	6,6	6,8	6,4	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,4
Moy..					± 1,56	± 1,63	± 1,35					± 1,81	± 1,97	± 1,61

	SEPTEMBRE 1882							OCTOBRE 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+10°,1	+11°,0	+12°,0	+10°,5	+ 1°,9	+ 1°,0	+ 1°,5	+13°,5	+13°,9	+12°,9	+13°,7	— 0°,6	— 1°,0	— 0°,8
2	7,9	12,0	10,2	10,0	+ 2,3	— 1,8	+ 0,2	9,2	11,5	11,0	10,4	+ 1,8	— 0,5	+ 0,6
3	18,1	13,9	16,0	16,0	— 2,1	+ 2,1	0,0	13,2	13,1	14,9	13,1	+ 1,7	+ 1,8	+ 1,8
4	17,9	12,4	17,6	15,2	— 0,3	+ 5,2	+ 2,4	7,1	6,6	5,7	6,9	— 1,4	— 0,9	— 1,2
5	13,2	14,6	15,5	13,9	+ 2,3	+ 0,9	+ 1,6	8,7	5,5	9,4	7,1	+ 0,7	+ 3,9	+ 2,3
6	13,5	13,4	15,0	13,5	+ 1,5	+ 1,6	+ 1,5	7,1	6,6	8,0	6,8	+ 0,9	+ 1,4	+ 1,2
7	10,8	11,9	14,0	11,3	+ 3,2	+ 2,1	+ 2,7	4,0	6,0	6,3	5,0	+ 2,3	+ 0,3	+ 1,3
8	11,7	9,8	11,9	10,7	+ 0,2	+ 2,1	+ 1,2	4,7	6,8	7,7	5,8	+ 3,0	+ 0,9	+ 1,9
9	12,7	12,1	14,5	12,4	+ 1,8	+ 2,4	+ 2,1	9,1	10,2	9,3	9,7	+ 0,2	— 0,9	— 0,4
10	13,7	13,4	14,7	13,6	+ 1,0	+ 1,3	+ 1,1	10,0	10,9	10,9	10,4	+ 0,9	0,0	+ 0,5
11	12,9	14,2	14,2	13,5	+ 1,3	0,0	+ 0,7	7,0	10,4	9,9	8,7	+ 2,9	— 0,5	+ 1,2
12	11,2	12,9	14,0	12,1	+ 2,8	+ 1,1	+ 1,9	12,3	11,2	13,4	11,7	+ 1,1	+ 2,2	+ 1,7
13	7,8	10,9	7,2	9,4	— 0,6	— 3,7	— 2,2	6,1	7,8	7,9	7,0	+ 1,8	+ 0,1	+ 0,9
14	0,6	3,4	2,3	2,0	+ 1,7	— 1,1	+ 0,3	2,3	5,3	4,7	3,8	+ 2,4	— 0,6	+ 0,9
15	4,9	6,7	6,8	5,8	+ 1,9	+ 0,1	+ 1,0	5,9	5,3	5,3	5,6	— 0,6	0,0	— 0,3
16	4,1	5,6	6,1	4,9	+ 2,0	+ 0,5	+ 1,2	3,9	5,8	5,1	4,8	+ 1,2	— 0,7	+ 0,3
17	6,6	6,2	7,5	6,4	+ 0,9	+ 1,3	+ 1,1	8,2	7,3	9,2	7,8	+ 1,0	+ 1,9	+ 1,4
18	8,4	8,3	9,1	8,3	+ 0,7	+ 0,8	+ 0,8	4,6	4,9	7,0	4,8	+ 2,4	+ 2,1	+ 2,2
19	8,8	8,4	9,2	8,6	+ 0,4	+ 0,8	+ 0,6	3,7	5,2	5,0	4,4	+ 1,3	— 0,2	+ 0,6
20	5,7	8,0	9,5	6,8	+ 3,8	+ 1,5	+ 2,7	4,3	5,3	5,1	4,8	+ 0,8	— 0,2	+ 0,3
21	3,9	5,1	7,3	4,5	+ 3,4	+ 2,2	+ 2,8	7,8	7,0	8,3	7,4	+ 0,5	+ 1,3	+ 0,9
22	6,6	6,6	8,7	6,6	+ 2,1	+ 2,1	+ 2,1	8,8	6,5	9,9	7,6	+ 1,1	+ 3,4	+ 2,3
23	7,9	6,6	8,4	7,2	+ 0,7	+ 1,8	+ 1,2	11,0	5,6	9,9	8,3	— 1,1	+ 4,3	+ 1,6
24	7,7	6,0	5,1	6,9	— 2,6	— 0,9	— 1,8	8,1	4,0	9,5	6,1	+ 1,4	+ 5,5	+ 3,4
25	4,2	6,4	5,4	5,3	+ 1,2	— 1,0	+ 0,1	5,9	7,5	7,4	6,7	+ 1,5	— 0,1	+ 0,7
26	8,3	8,2	7,6	8,2	— 0,7	— 0,6	— 0,6	3,5	4,7	5,9	4,1	+ 2,4	+ 1,2	+ 1,8
27	8,7	6,7	8,9	7,7	+ 0,2	+ 2,2	+ 1,2	1,8	1,2	2,2	1,5	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,7
28	6,8	4,4	8,0	5,6	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,4	7,4	4,5	6,5	5,9	— 0,9	+ 2,0	+ 0,6
29	10,6	7,3	11,2	8,9	+ 0,6	+ 3,9	+ 2,3	6,3	7,0	8,6	6,7	+ 2,3	+ 1,6	+ 1,9
30	14,1	9,8	13,2	12,0	— 0,9	+ 3,4	+ 1,2	5,0	4,8	5,5	4,9	+ 0,5	+ 0,7	+ 0,6
31								— 1,4	0,8	1,0	— 0,3	+ 2,4	+ 0,2	+ 1,3
Moy..					± 1,54	± 1,77	± 1,42					± 1,40	± 1,34	± 1,21

	NOVEMBRE 1882							DÉCEMBRE 1882						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	— 1°,9	+ 3°,2	+ 0°,4	+ 0°,7	+ 2°,2	— 2°,8	— 0°,3	— 0°,7	+ 1°,1	+ 0°,6	+ 0°,2	+ 1°,3	— 0°,5	+ 0°,4
2	+11,7	+ 5,4	+ 6,4	+ 8,6	— 5,3	+ 1,0	— 2,2	— 1,9	— 2,7	— 1,8	— 2,3	+ 0,1	+ 0,9	+ 0,5
3	— 1,5	+ 2,4	+ 0,4	+ 0,5	+ 1,8	— 2,0	— 0,1	— 6,9	— 6,2	— 4,5	— 6,5	+ 2,4	+ 1,7	+ 2,0
4	— 1,0	+ 2,2	+ 1,3	+ 0,6	+ 2,3	— 0,9	+ 0,7	+ 0,1	— 1,4	+ 0,2	— 0,7	+ 0,1	+ 1,6	+ 0,9
5	+11,4	+ 2,4	+ 8,1	+ 6,9	— 3,3	+ 5,7	+ 1,2	+ 1,1	+ 2,0	+ 3,7	+ 1,5	+ 2,6	+ 1,7	+ 2,2
6	0,0	+ 4,9	+ 3,1	+ 2,4	+ 3,1	— 1,8	+ 0,7	— 1,2	— 0,2	+ 0,9	— 0,7	+ 2,1	+ 1,1	+ 1,6
7	— 1,9	+ 3,9	+ 0,8	+ 1,0	+ 2,7	— 3,1	— 0,2	+ 0,7	— 2,1	+ 0,2	— 0,7	— 0,5	+ 2,3	+ 0,9
8	+ 9,4	+ 4,5	+ 9,9	+ 7,0	+ 0,5	+ 5,4	+ 2,9	— 6,3	— 3,9	— 3,9	— 5,1	+ 2,4	0,0	+ 1,2
9	+11,1	+ 7,4	+11,1	+ 9,3	0,0	+ 3,7	+ 1,8	— 2,4	— 3,6	— 2,9	— 3,0	— 0,5	+ 0,7	+ 0,1
10	+ 2,7	+ 2,1	+ 5,6	+ 2,4	+ 2,9	+ 3,5	+ 3,2	— 2,6	— 1,5	— 1,0	— 2,0	+ 1,6	+ 0,5	+ 1,0
11	+ 5,5	+ 2,4	+ 5,6	+ 3,9	+ 0,1	+ 3,2	+ 1,7	— 1,8	— 0,6	— 0,7	— 1,2	+ 1,1	— 0,1	+ 0,5
12	+ 5,3	+ 3,4	+ 3,6	+ 4,4	— 1,7	+ 0,2	— 0,8	+ 0,7	— 1,7	— 1,8	— 0,5	— 2,5	— 0,1	— 1,3
13	+ 1,5	+ 2,7	+ 3,0	+ 2,1	+ 1,5	+ 0,3	+ 0,9	— 6,6	— 3,3	— 3,4	— 4,9	+ 3,1	— 0,1	+ 1,5
14	+ 4,3	+ 4,5	+ 3,9	+ 4,4	— 0,4	— 0,6	— 0,5	— 2,4	0,0	— 0,8	— 1,2	+ 1,6	— 0,8	+ 0,4
15	+ 7,7	+ 7,5	+ 4,2	+ 7,6	— 3,5	— 3,3	— 3,4	+ 0,2	+ 0,1	— 0,2	+ 0,2	— 0,4	— 0,3	— 0,4
16	— 2,2	— 4,8	+ 1,0	— 3,5	+ 3,2	+ 5,8	+ 4,5	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,2
17	0,0	+ 0,3	+ 2,1	+ 0,2	+ 2,1	+ 1,8	+ 1,9	— 1,4	— 0,5	— 0,1	— 1,0	+ 1,3	+ 0,4	+ 0,9
18	+ 0,7	— 1,8	+ 0,1	— 0,6	— 0,6	+ 1,9	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,1	— 0,7	+ 0,1	— 0,9	— 0,8	— 0,8
19	— 7,4	— 4,3	— 3,4	— 5,9	+ 4,0	+ 0,9	+ 2,5	— 0,5	— 0,8	— 0,9	— 0,7	— 0,4	— 0,1	— 0,2
20	+ 5,3	+ 2,8	+ 5,0	+ 4,1	— 0,3	+ 2,2	+ 0,9	— 2,0	— 2,3	— 2,7	— 2,1	— 0,7	— 0,4	— 0,6
21	+ 1,5	— 0,1	+ 0,8	+ 0,7	— 0,6	+ 0,9	+ 0,1	— 2,1	— 2,3	— 3,6	— 2,2	— 1,5	— 1,3	— 1,4
22	— 4,7	— 1,1	+ 0,3	— 2,9	+ 5,0	+ 1,4	+ 3,2	+ 3,5	— 1,0	+ 1,9	+ 1,2	— 1,6	+ 2,9	+ 0,7
23	+ 2,2	+ 1,7	+ 2,9	+ 2,0	+ 0,7	+ 1,2	+ 0,9	+ 2,2	+ 2,4	+ 3,3	+ 2,3	+ 1,1	+ 0,9	+ 1,0
24	+ 5,7	+ 5,8	+ 6,8	+ 5,7	+ 1,1	+ 1,0	+ 1,1	— 3,2	— 1,1	— 0,5	— 2,2	+ 2,7	+ 0,6	+ 1,7
25	+ 7,1	+ 5,2	+ 7,9	+ 6,1	+ 0,8	+ 2,7	+ 1,8	— 3,6	— 1,4	— 2,0	— 2,5	+ 1,6	— 0,6	+ 0,5
26	+ 9,8	+ 6,0	+10,7	+ 7,9	+ 0,9	+ 4,7	+ 2,8	+ 6,7	+ 4,6	+ 6,7	+ 5,6	0,0	+ 2,1	+ 1,1
27	+ 5,6	+ 6,8	+ 5,1	+ 6,2	— 0,5	— 1,7	— 1,1	+ 6,4	+ 6,5	+ 8,7	+ 6,5	+ 2,3	+ 2,2	+ 2,1
28	— 0,2	— 0,5	+ 1,7	— 0,3	+ 1,9	+ 2,2	+ 2,0	+12,2	+ 6,6	+ 7,9	+ 9,4	— 4,3	+ 1,3	— 1,5
29	— 1,0	+ 0,2	— 1,1	— 0,4	— 0,1	— 1,3	— 0,7	+ 1,2	+ 4,7	+ 1,7	+ 2,9	+ 0,5	— 3,0	— 1,2
30	— 3,0	— 0,2	+ 0,8	— 1,6	+ 3,8	+ 1,0	+ 2,4	+ 4,5	+ 2,3	+ 3,9	+ 3,4	— 0,6	+ 1,6	+ 0,5
31								+ 1,9	+ 1,9	+ 6,6	+ 1,9	+ 4,7	+ 4,7	+ 4,7
Moy..					± 1,90	± 2,27	± 1,57					± 1,51	± 1,14	± 1,10

	JANVIER 1883							FÉVRIER 1883						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 8,2	+ 7,0	+ 8,1	+ 7,6	− 0,1	+ 1,1	+ 0,5	+ 0,5	− 2,1	− 0,2	− 0,8	− 0,7	+ 1,9	+ 0,6
2	0,0	+ 5,1	+ 3,3	+ 2,5	+ 3,3	− 1,8	+ 0,8	− 1,8	− 0,7	− 1,4	− 1,2	+ 0,4	− 0,7	− 0,2
3	+ 7,8	+ 3,2	+ 6,2	+ 5,5	− 1,6	+ 3,0	+ 0,7	+ 7,2	+ 0,4	+ 5,1	+ 3,8	− 2,1	+ 4,7	+ 1,3
4	− 3,5	− 1,6	− 1,7	− 2,6	+ 1,8	− 0,1	+ 0,9	+ 2,0	+ 2,2	+ 4,6	+ 2,1	+ 2,6	+ 2,4	+ 2,5
5	− 4,7	− 2,1	− 1,2	− 3,4	+ 3,5	+ 0,9	+ 2,2	+ 1,4	− 0,3	+ 2,9	+ 0,6	+ 1,5	+ 3,2	+ 2,3
6	− 3,6	− 2,5	− 1,9	− 3,1	+ 1,7	+ 0,6	+ 1,2	+ 1,2	− 1,8	+ 0,8	− 0,3	− 0,4	+ 2,6	+ 1,1
7	− 0,3	− 1,6	0,0	− 0,9	+ 0,3	+ 1,6	+ 0,9	+ 1,0	− 0,9	+ 1,6	0,0	+ 0,6	+ 2,5	+ 1,6
8	+ 0,3	− 3,2	− 1,3	− 1,5	− 1,6	+ 1,9	+ 0,2	+ 2,0	− 1,4	+ 2,2	+ 0,3	+ 0,2	+ 3,6	+ 1,9
9	− 4,1	− 5,9	− 2,2	− 5,0	+ 1,9	+ 3,7	+ 2,8	+ 2,2	+ 0,6	+ 0,8	+ 1,4	− 1,4	+ 0,2	− 0,6
10	− 0,7	− 3,2	− 2,1	− 2,0	− 1,4	+ 1,1	− 0,1	+ 4,1	+ 1,6	+ 4,8	+ 2,9	+ 0,7	+ 3,2	+ 1,9
11	+ 0,3	− 0,9	+ 0,5	− 0,3	+ 0,2	+ 1,4	+ 0,8	+ 0,2	+ 2,8	+ 3,5	+ 1,5	+ 3,3	+ 0,7	+ 2,0
12	+ 1,2	− 1,1	+ 0,7	+ 0,1	− 0,5	+ 1,8	+ 0,6	− 4,7	0,0	0,0	− 2,3	+ 4,7	0,0	+ 2,3
13	− 1,8	− 1,7	− 1,3	− 1,8	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,5	− 2,4	− 0,4	0,0	− 1,4	+ 2,4	+ 0,4	+ 1,4
14	− 2,1	− 2,9	− 0,6	− 2,5	+ 1,5	+ 2,3	+ 1,9	+ 2,1	+ 1,5	+ 2,5	+ 1,8	+ 0,4	+ 1,0	+ 0,7
15	− 7,2	− 2,1	− 1,7	− 4,6	+ 5,5	+ 0,4	+ 2,9	− 1,9	− 0,1	− 0,1	− 1,0	+ 1,8	0,0	+ 0,9
16	+ 5,1	+ 2,2	+ 3,0	+ 3,7	− 2,1	+ 0,8	− 0,7	+ 1,8	+ 1,9	+ 3,8	+ 1,9	+ 2,0	+ 1,9	+ 1,9
17	+ 2,9	+ 0,5	+ 3,9	+ 1,7	+ 1,0	+ 3,4	+ 2,2	+ 0,5	− 1,0	+ 3,0	− 0,3	+ 2,5	+ 4,0	+ 3,3
18	+ 2,9	− 0,4	+ 3,6	+ 1,3	+ 0,7	+ 4,0	+ 2,3	+ 2,1	+ 0,1	+ 0,9	+ 1,1	− 1,2	+ 0,8	− 0,2
19	+ 1,8	− 1,2	+ 1,1	+ 0,3	− 0,7	+ 2,3	+ 0,8	+ 3,2	− 0,9	+ 3,6	+ 1,1	+ 0,4	+ 4,5	+ 2,5
20	+ 1,7	− 1,2	− 0,4	+ 0,3	− 2,1	+ 0,8	− 0,7	− 1,3	− 0,9	− 1,5	− 1,1	− 0,2	− 0,6	− 0,4
21	− 3,7	− 2,7	− 2,6	− 3,2	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,6	− 2,7	− 2,3	− 2,6	− 2,5	+ 0,1	− 0,3	− 0,1
22	− 2,4	− 2,3	− 1,3	− 2,3	+ 1,1	+ 1,0	+ 1,0	− 1,1	− 2,1	− 1,6	− 1,6	− 0,5	+ 0,5	0,0
23	− 1,6	− 4,6	− 1,5	− 3,1	+ 0,1	+ 3,1	+ 1,6	− 4,4	+ 0,2	− 0,7	− 2,1	+ 3,7	− 0,9	+ 1,4
24	− 3,4	− 6,7	− 4,1	− 5,0	− 0,7	+ 2,6	+ 0,9	− 0,4	+ 0,5	+ 0,3	0,0	+ 0,7	− 0,2	+ 0,3
25	− 6,0	− 9,3	− 5,8	− 7,7	+ 0,2	+ 3,5	+ 1,9	− 1,5	− 3,4	+ 0,2	− 2,4	+ 1,7	+ 3,6	+ 2,6
26	− 3,1	− 5,5	− 3,3	− 4,3	− 0,2	+ 2,2	+ 1,0	+ 3,7	+ 2,0	+ 1,0	+ 2,8	− 2,7	− 1,0	− 1,8
27	+ 2,5	− 1,1	+ 0,4	+ 0,7	− 2,1	+ 1,5	− 0,3	+ 3,9	+ 0,3	+ 1,1	+ 2,1	− 2,8	+ 0,8	− 1,0
28	+ 2,4	− 5,5	+ 3,4	− 1,5	+ 1,0	+ 8,9	+ 4,9	− 1,4	0,0	− 0,6	− 0,7	+ 0,8	− 0,6	+ 0,1
29	− 4,8	− 2,6	− 0,9	− 3,7	+ 3,9	+ 1,7	+ 2,8							
30	+ 4,2	− 4,7	+ 6,2	− 0,3	+ 2,0	+ 10,9	+ 6,5							
31	− 4,6	− 2,2	− 2,4	− 3,4	+ 2,2	− 0,2	+ 1,0							
Moy..					± 1,50	± 2,23	± 1,49					± 1,52	± 1,67	± 1,32

	MARS 1883							AVRIL 1883						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. $-m_1$	Min. obs. $-m_2$	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. $-m_1$	Min. obs. $-m_2$	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 0,9	+ 0,5	+ 3,0	+ 0,7	+ 2,1	+ 2,5	+ 2,3	+ 3,0	+ 7,2	+ 6,0	+ 5,1	+ 3,0	— 1,2	+ 0,9
2	+ 3,2	+ 1,7	+ 3,1	+ 2,4	— 0,1	+ 1,4	+ 0,7	+ 4,8	+ 5,7	+ 7,1	+ 5,2	+ 2,3	+ 1,4	+ 1,9
3	— 3,0	— 6,4	— 1,9	— 4,7	+ 1,1	+ 4,5	+ 2,8	+ 6,9	+ 8,4	+ 7,1	+ 7,6	+ 0,2	— 1,3	— 0,5
4	— 2,2	— 4,5	— 2,3	— 3,3	— 0,1	+ 2,2	+ 1,0	+ 5,4	+ 5,7	+ 4,2	+ 5,6	— 1,2	— 1,5	— 1,4
5	— 0,9	— 3,3	— 1,6	— 2,1	— 0,7	+ 1,7	+ 0,5	+ 5,0	+ 5,2	+ 4,1	+ 5,1	— 0,9	— 1,1	— 1,0
6	— 4,2	— 4,6	— 4,0	— 4,4	+ 0,2	+ 0,6	+ 0,4	+ 4,3	+ 5,3	+ 4,2	+ 4,8	— 0,1	— 1,1	— 0,6
7	— 5,4	— 3,8	— 2,1	— 4,6	+ 3,3	+ 1,7	+ 2,5	+ 6,0	+ 1,2	+ 5,5	+ 3,6	— 0,5	+ 4,3	+ 1,9
8	— 4,4	— 2,7	— 2,8	— 3,6	+ 1,6	— 0,1	+ 0,8	— 1,1	— 2,1	+ 1,0	— 1,6	+ 2,1	+ 3,1	+ 2,6
9	— 5,9	— 4,2	— 3,6	— 5,1	+ 2,3	+ 0,6	+ 1,5	+ 0,7	— 1,7	+ 0,9	— 0,5	+ 0,2	+ 2,6	+ 1,4
10	— 2,7	— 3,7	— 2,8	— 3,2	— 0,1	+ 0,9	+ 0,4	+ 3,5	— 1,2	+ 4,3	+ 1,1	+ 0,8	+ 5,5	+ 3,2
11	— 7,7	— 6,2	— 6,9	— 6,9	+ 0,8	— 0,7	0,0	— 0,8	— 0,8	+ 0,9	— 0,8	+ 1,7	+ 1,7	+ 1,7
12	— 5,5	— 6,3	— 4,0	— 5,9	+ 1,5	+ 2,3	+ 1,9	+ 4,1	— 0,6	+ 3,2	+ 1,7	— 0,9	+ 3,8	+ 1,5
13	— 5,8	— 7,1	— 5,6	— 6,4	+ 0,2	+ 1,5	+ 0,8	+ 1,9	— 0,9	+ 1,1	+ 0,5	— 0,8	+ 2,0	+ 0,6
14	— 6,8	— 4,9	— 6,8	— 5,9	0,0	— 1,9	— 0,9	+ 4,5	— 1,4	+ 0,0	+ 1,5	— 4,5	+ 1,4	— 1,5
15	— 1,4	— 5,8	— 1,7	— 3,6	— 0,3	+ 4,1	+ 1,9	+ 2,0	+ 0,6	+ 2,4	+ 1,3	+ 0,4	+ 1,8	+ 1,1
16	+ 1,6	— 2,4	+ 2,0	— 0,4	+ 0,4	+ 4,4	+ 2,4	+ 2,1	— 2,3	+ 0,9	— 0,1	— 1,2	+ 3,2	+ 1,0
17	+ 2,4	+ 2,6	+ 2,2	+ 2,5	— 0,2	— 0,4	— 0,3	+ 4,1	+ 2,3	+ 3,1	+ 3,2	— 1,0	+ 0,8	— 0,1
18	+ 0,2	+ 1,3	+ 1,6	+ 0,7	+ 1,4	+ 0,3	+ 0,9	+ 4,7	+ 3,7	+ 6,0	+ 4,2	+ 1,3	+ 2,3	+ 1,8
19	+ 1,6	+ 2,2	+ 2,8	+ 1,9	+ 1,2	+ 0,6	+ 0,9	+ 7,5	+ 2,6	+ 8,3	+ 5,1	+ 0,8	+ 5,7	+ 3,2
20	+ 0,1	+ 2,1	+ 0,3	+ 1,1	+ 0,2	— 1,8	— 0,8	+ 6,4	+ 7,7	+ 8,9	+ 7,0	+ 2,5	+ 1,2	+ 1,9
21	+ 3,1	+ 3,7	+ 3,8	+ 3,4	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,4	+ 5,6	+ 6,2	+ 7,1	+ 5,9	+ 1,5	+ 0,9	+ 1,2
22	+ 3,4	+ 1,6	+ 2,6	+ 2,5	— 0,8	+ 1,0	+ 0,1	+ 1,0	+ 5,1	+ 4,6	+ 3,1	+ 3,6	— 0,5	+ 1,5
23	— 4,3	— 3,1	— 2,1	— 3,7	+ 2,2	+ 1,0	+ 1,6	— 2,4	+ 1,5	+ 2,0	— 0,5	+ 4,4	+ 0,5	+ 2,5
24	— 3,0	— 1,9	— 1,9	— 2,5	+ 1,1	0,0	+ 0,6	+ 1,1	+ 3,2	+ 0,1	+ 2,2	— 1,1	— 3,1	— 2,1
25	+ 3,4	+ 2,7	+ 3,4	+ 3,1	0,0	+ 0,7	+ 0,3	— 3,0	— 2,0	— 0,7	— 2,5	+ 2,3	+ 1,3	+ 1,8
26	+ 2,2	+ 1,3	+ 5,0	+ 1,7	+ 2,8	+ 3,7	+ 3,3	+ 0,9	— 0,6	+ 0,6	+ 0,2	— 0,3	+ 1,2	+ 0,4
27	+ 1,3	— 1,8	+ 3,1	— 0,2	+ 1,8	+ 4,9	+ 3,3	+ 6,9	+ 3,8	+ 4,4	+ 5,3	— 2,5	+ 0,6	— 0,9
28	— 2,3	— 4,2	— 1,3	— 3,2	+ 1,0	+ 2,9	+ 1,9	+ 5,5	+ 5,8	+ 7,8	+ 5,6	+ 2,3	+ 2,0	+ 2,2
29	— 3,6	— 4,0	— 2,5	— 3,8	+ 1,1	+ 1,5	+ 1,3	+ 9,2	+ 9,7	+ 9,9	+ 9,4	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,5
30	— 3,1	— 2,1	— 1,4	— 2,6	+ 1,7	+ 0,7	+ 1,2	+ 4,6	+ 8,2	+ 8,1	+ 6,4	+ 3,5	— 0,1	+ 1,7
31	+ 6,1	+ 3,3	+ 6,1	+ 4,7	0,0	+ 2,8	+ 1,4							
Moy..					± 1,00	± 1,73	± 1,26					± 1,62	± 1,91	± 1,49

	MAI 1883							JUIN 1883						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 2,2	+ 4,5	+ 4,2	+ 3,3	+ 2,0	— 0,3	+ 0,9	+13,1	+13,1	+14,0	+13,1	+ 0,9	+ 0,9	+ 0,9
2	5,2	5,9	7,3	5,6	+ 2,1	+ 1,4	+ 1,7	12,3	14,3	12,7	13,3	+ 0,4	— 1,6	— 0,6
3	3,6	5,4	6,9	4,5	+ 3,3	+ 1,5	+ 2,4	12,7	13,4	13,0	13 0	+ 0,3	— 0,4	0,0
4	5,0	4,4	4,0	4,7	— 1,0	— 0,4	— 0,7	11,2	13,6	13,0	12,4	+ 1,8	— 0,6	+ 0,6
5	6,0	5,1	5,8	5,5	— 0,2	+ 0,7	+ 0,3	14,3	14,6	13,9	14,5	— 0,4	— 0,7	— 0,6
6	11,3	7,0	9,0	9,1	— 2,3	+ 2,0	— 0,1	10,3	11,7	11,9	11,0	+ 1,6	+ 0,2	+ 0,9
7	8,8	9,1	9,0	8,9	+ 0,2	— 0,1	+ 0,1	12,0	14,3	13,0	13,2	+ 1,0	— 1,3	— 0,2
8	6,5	9,8	10,2	8,2	+ 3,7	+ 0,4	+ 2 0	11,7	12,3	11,1	12,0	— 0,6	— 1,2	— 0,9
9	11,2	8,2	9,0	9,7	— 2,2	+ 0,8	— 0,7	6,0	12,4	11,9	9,2	+ 5,9	— 0,5	+ 2,7
10	8,1	5,5	4,9	6,8	— 3,2	— 0,6	— 1,9	8,6	11,0	10,2	9,8	+ 1,6	— 0,8	+ 0,4
11	4,4	2,9	5,5	3,6	+ 1,1	+ 2,6	+ 1,9	7,5	9,7	11,4	8,6	+ 3,9	+ 1,7	+ 2,8
12	2,1	1,7	2,1	1,9	0,0	+ 0,4	+ 0,2	9,0	10,2	11,5	9,6	+ 2,5	+ 1,3	+ 1,9
13	2,3	7,7	4,0	5,0	+ 1,7	— 3,7	— 1,0	12,8	10,7	13,2	11,8	+ 0,4	+ 2,5	+ 1,4
14	10,3	11,0	8,8	10,6	— 1,5	— 2,2	— 1,8	11,5	10,7	12,6	11,1	+ 1,1	+ 1,9	+ 1,5
15	11,0	11,6	10,2	11,3	— 0,8	— 1,4	— 1,1	14,4	12,6	13,1	13,5	— 1,3	+ 0 5	— 0,4
16	10,5	10,4	10,3	10,5	— 0,2	— 0,1	— 0,2	10,4	12.7	13,0	11,6	+ 2,6	+ 0,3	+ 1,4
17	12,8	10,8	10,3	11,8	— 2,5	— 0,5	— 1,5	9,8	10,8	11,0	10.3	+ 1,2	+ 0,2	+ 0.7
18	13,6	11,5	10,9	12,5	— 2,7	— 0,6	— 1,6	7,9	8,9	7,0	8,4	— 0,9	— 1,9	— 1,4
19	9,5	7,4	8,0	8,4	— 1,5	+ 0,6	— 0,4	7,8	7,7	9,0	7,7	+ 1,2	+ 1,3	+ 1,3
20	12,1	5,6	10,5	8,9	— 1,6	+ 4,9	+ 1,6	10,2	6,8	10,0	8,5	— 0,2	+ 3,2	+ 1,5
21	7,2	8,0	5,1	7,6	— 2,1	— 2,9	— 2,5	8.2	9,9	7,2	9,0	— 1,0	— 2,7	— 1,8
22	6,0	4,8	4,2	5,4	— 1,8	— 0,6	— 1,2	4,9	8,7	9,3	6,8	+ 4,4	+ 0.6	+ 2,5
23	8,0	5,2	6,4	6,6	— 1,6	+ 1,2	— 0,2	5,2	7,3	4,9	6,2	— 0,3	— 2,4	— 1,3
24	10,8	7,9	9,3	9,3	— 1,5	+ 1,4	0,0	8,7	10,5	8,0	9,5	— 0,7	— 2,5	— 1,6
25	11,1	8,4	9,7	9,8	— 1,4	+ 1,3	— 0,1	9,7	10,8	10,6	10,2	+ 0,9	— 0,2	+ 0,4
26	14,1	10,6	13,4	12,4	— 0,7	+ 2,8	+ 1,0	8,6	12,3	12,4	10,5	+ 3.8	+ 0.1	+ 1,9
27	7,8	10,5	11,9	9,1	+ 4,1	+ 1,4	+ 2,8	12,8	14,8	14,2	13,8	+ 1,4	— 0,6	+ 0,4
28	10,0	12,8	12,5	11,4	+ 2,5	— 0,3	+ 1,1	13,1	13,4	11,5	13,3	— 1,6	— 1,9	— 1,8
29	13,5	13,4	13,1	13,4	— 0,4	— 0,3	— 0,3	13,5	14,5	13,6	14.0	+ 0.1	— 0.9	— 0,4
30	11,9	14,3	13,9	13,1	+ 2,0	— 0,4	+ 0,8	15,7	16,9	16,4	16,3	+ 0,7	— 0,5	+ 0,1
31	11,3	12,5	13,1	11,9	+ 1,8	+ 0,6	+ 1,2							
Moy..					± 1,73	± 1,24	± 1,11					± 1,49	± 1,18	± 1,14

DATE	JUILLET 1883							AOUT 1883						
	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+12,1	+14,8	+14,8	+13,5	+ 2,7	0,0	+ 1,3	+ 8,0	+12,2	+11,6	+10,1	+ 3,6	— 0,6	+ 1,5
2	9,2	15,8	14,4	12,5	+ 5,2	— 1,4	+ 1,9	12,2	8,7	9,9	10,5	— 2,3	+ 1,2	— 0,6
3	14,1	15,5	13,7	14,8	— 0,4	— 1,8	— 1,1	11,2	11,8	9,7	11,5	— 1,5	— 2,1	— 1,8
4	15,6	17,4	17,3	16,5	+ 1,7	— 0,1	+ 0,8	13,2	9,5	12,3	11,4	— 0,9	+ 2,8	+ 0,9
5	17,7	14,2	14,9	15,9	— 2,8	+ 0,7	— 1,0	7,7	8,4	8,8	8,0	+ 1,1	+ 0,4	+ 0,8
6	11,2	16,1	15,7	13,7	+ 4,5	— 0,4	+ 2,0	9,5	11,8	9,4	10,7	— 0,1	— 2,4	— 1,3
7	10,4	14,4	12,8	12,4	+ 2,4	— 1,6	+ 0,4	12,4	13,6	14,6	13,0	+ 2,2	+ 1,0	+ 1,6
8	14,3	17,0	14,9	15,7	+ 0,6	— 2,1	— 0,8	10,4	11,2	9,2	10,8	— 1,2	— 2,0	— 1,6
9	15,3	18,6	17,6	16,9	+ 2,3	— 1,0	+ 0,7	11,7	10,0	14,3	10,9	+ 2,6	+ 4,3	+ 3,4
10	16,8	16,3	18,2	16,5	+ 1,4	+ 0,9	+ 1,7	18,7	10,2	14,9	14,5	— 3,8	+ 4,7	+ 0,4
11	13,2	15,2	14,4	14,2	+ 1,2	— 0,8	+ 0,2	11,1	8,7	12,8	9,9	+ 1,7	+ 4,1	+ 2,9
12	18,7	15,0	19,9	16,9	+ 1,2	+ 4,9	+ 3,0	9,2	10,7	9,0	9,9	— 0,1	— 1,7	— 0,9
13	20,3	17,6	18,9	19,0	— 1,4	+ 1,3	— 0,1	10,3	10,9	9,9	10,6	— 0,4	— 1,0	— 0,7
14	6,4	15,4	13,9	10,9	+ 7,5	— 1,5	+ 3,0	13,7	14,5	14,3	14,1	+ 0,6	— 0,2	+ 0,2
15	9,7	11,2	11,3	10,4	+ 1,6	+ 0,1	+ 0,9	20,9	15,3	16,1	18,1	— 4,8	+ 0,8	— 2,0
16	9,2	9,2	10,8	9,2	+ 1,6	+ 1,6	+ 1,6	9,4	13,3	11,4	11,4	+ 2,0	— 1,9	0,0
17	8,6	7,7	8,5	8,1	— 0,1	+ 0,8	+ 0,4	8,4	7,3	7,9	7,8	— 0,5	+ 0,6	+ 0,1
18	8,4	6,7	10,1	7,6	+ 1,7	+ 3,4	+ 2,5	8,8	8,4	6,8	8,6	— 2,0	— 1,6	— 1,8
19	11,5	8,3	12,5	9,9	+ 1,0	+ 4,2	+ 2,6	10,7	10,9	8,2	10,8	— 2,5	— 2,7	— 2,6
20	11,2	12,6	12,4	11,9	+ 1,2	— 0,2	+ 0,5	9,3	9,9	9,7	9,6	+ 0,4	— 0,2	— 0,1
21	14,6	14,7	14,1	14,6	— 0,5	— 0,6	— 0,5	11,2	13,5	10,6	12,4	— 0,6	— 2,9	— 1,8
22	11,9	9,7	12,8	10,8	+ 0,9	+ 3,1	+ 2,6	11,8	14,3	11,1	13,0	— 0,7	— 3,2	— 1,9
23	4,5	8,9	7,9	6,7	+ 3,4	— 1,0	+ 1,2	11,8	14,2	11,7	13,0	— 0,1	— 2,5	— 1,3
24	8,6	8,1	10,0	8,3	+ 5,4	+ 1,9	+ 1,7	12,1	13,5	12,2	12,8	+ 0,1	— 1,3	— 0,6
25	6,1	9,7	10,0	7,9	+ 3,9	+ 0,3	+ 2,1	13,4	15,1	13,2	14,2	— 0,2	— 1,9	— 1,0
26	5,9	8,0	7,0	7,0	+ 1,1	— 1,0	0,0	15,0	16,7	14,1	15,8	— 0,9	— 2,6	— 1,7
27	10,6	7,4	8,3	9,0	— 2,3	+ 0,9	— 0,7	16,6	15,9	14,0	16,3	— 2,6	— 1,9	— 2,3
28	7,6	7,8	7,8	7,7	+ 0,2	0,0	+ 0,1	13,2	15,4	13,7	14,3	+ 0,5	— 1,7	— 0,6
29	7,3	7,9	7,3	7,6	0,0	— 0,6	— 0,3	12,2	15,4	13,4	13,8	+ 1,2	— 2,0	— 0,4
30	10,6	11,2	12,5	10,9	+ 1,9	+ 1,3	+ 1,6	11,9	12,6	13,0	12,3	+ 1,1	+ 0,4	+ 0,7
31	8,0	13,6	12,5	10,8	+ 4,5	— 1,1	+ 1,7	10,2	11,0	10,6	10,6	+ 0,4	— 0,4	0,0
Moy..					± 2,15	± 1,31	± 1,26					± 1,38	±1,84	± 1,21

	SEPTEMBRE 1883							OCTOBRE 1883						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+16,2	+12,8	+15,8	+14,5	— 0,4	+ 3,0	+ 1,3	+ 8,8	+ 7,2	+ 7,3	+ 8,0	— 1,5	+ 0,1	— 0,7
2	9,9	12,3	12,7	11,1	+ 2,8	+ 0,4	+ 1,6	+ 4,0	+ 4,5	+ 6,1	4,2	+ 2,1	+ 1,6	+ 1,9
3	7,7	7,5	11,5	7,6	+ 3,8	+ 4,0	+ 3,9	— 0,8	+ 2,2	+ 4,1	0,7	+ 4,9	+ 1,9	+ 3,4
4	8,6	9,3	10,7	8,9	+ 2,1	+ 1,4	+ 1,8	+ 3,6	+ 1,9	+ 7,0	2,8	+ 3,4	+ 5,1	+ 4,2
5	7,5	9,9	9,9	8,7	+ 2,4	0,0	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,9	+ 4,5	3,2	+ 0,9	+ 1,6	+ 1,3
6	7,0	8,0	8,7	7,5	+ 1,7	+ 0,7	+ 1,2	+ 3,2	+ 3,7	+ 4,2	3,4	+ 1,1	+ 0,5	+ 0,8
7	7,2	7,6	5,4	7,4	— 1,8	— 2,2	— 2,0	+ 4,9	+ 1,9	+ 5,0	3,4	+ 0,1	+ 3,1	+ 1,6
8	7,5	7,4	7,8	7,5	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,3	+ 1,2	— 0,6	— 0,3	0,3	— 1,5	+ 0,3	— 0,6
9	8,2	8,5	8,3	8,4	+ 0,1	— 0,2	— 0,1	+ 2,5	+ 3,4	+ 4,3	2,9	+ 1,8	+ 0,9	+ 1,4
10	5,9	7,9	6,4	6,9	+ 0,5	— 1,5	— 0,5	— 0,1	+ 3,1	+ 2,3	1,5	+ 2,4	— 0,8	+ 0,8
11	6,4	8,5	7,9	7,4	+ 1,5	— 0,6	+ 0,5	+ 1,6	+ 4,2	+ 2,0	2,9	+ 0,4	— 2,2	— 0,9
12	11,2	12,1	12,9	11,7	+ 1,7	+ 0,8	+ 1,2	+ 6,9	+ 5,9	+ 6,1	6,4	— 0,8	+ 0,2	— 0,3
13	13,4	11,2	13,7	12,3	+ 0,3	+ 2,5	+ 1,4	+ 5,3	+ 7,4	+ 4,3	6,3	— 1,0	— 3,1	— 2,0
14	10,0	10,6	10,3	10,3	+ 0,3	— 0,3	0,0	+ 7,6	+ 6,9	+ 6,7	7,3	— 0,9	— 0,2	— 0,6
15	11,6	11,9	10,4	11,8	— 1,2	— 1,5	— 1,4	+ 2,1	+ 5,2	+ 4,7	3,7	+ 2,6	— 0,5	+ 1,0
16	9,1	12,0	9,7	10,5	+ 0,6	— 2,3	— 0,8	+ 6,6	+ 6,8	+ 6,9	6,7	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,2
17	8,8	11,0	9,1	9,9	+ 0,3	— 1,9	— 0,8	+12,2	+ 6,5	+12,0	9,4	— 0,2	+ 5,5	+ 2,6
18	6,9	10,9	8,3	8,9	+ 1,4	— 2,6	— 0,6	+16,0	+12,2	+10,9	14,1	— 5,1	— 1,3	— 3,2
19	11,0	10,8	10,9	10,9	— 0,1	+ 0,1	0,0	— 2,3	+ 4,3	+ 1,3	1,0	+ 3,6	— 3,0	+ 0,3
20	8,4	9,9	7,9	9,2	— 1,5	— 2,0	— 1,3	+ 1,9	+ 3,6	+ 6,3	2,7	+ 4,4	+ 2,7	+ 3,6
21	15,3	12,9	14,7	14,1	— 0,6	+ 1,8	+ 0,6	+13,2	+ 7,3	+ 8,3	10,2	— 4,9	+ 1,0	— 1,9
22	9,0	10,3	10,9	9,7	+ 1,9	+ 0,6	+ 1,2	+ 4,5	+ 5,6	+ 4,8	5,1	+ 0,3	— 0,8	— 0,3
23	9,3	12,1	9,6	10,7	+ 0,3	— 2,5	— 1,1	+ 4,8	+ 4,7	+ 3,4	4,8	— 1,4	— 1,3	— 1,4
24	4,9	7,1	4,8	6,0	— 0,1	— 2,3	— 1,2	+ 3,9	+ 0,6	+ 5,3	2,3	+ 1,4	+ 4,7	+ 3,0
25	12,1	10,2	11,2	11,2	— 0,9	+ 1,0	0,0	+ 8,2	+ 7,3	+ 7,9	7,7	— 0,3	+ 0,6	+ 0,2
26	7,5	9,1	7,1	8,3	— 0,4	— 2,0	— 1,2	+ 0,7	+ 6,4	+ 5,3	3,5	+ 4,6	— 1,1	+ 1,8
27	8,3	9,8	9,9	9,1	+ 1,6	+ 0,1	+ 0,8	+ 3,1	+ 5,5	+ 2,9	4,3	— 0,2	— 2,6	— 1,4
28	6,2	9,1	10,6	7,7	+ 4,4	+ 1,5	+ 2,9	+ 6,7	+ 7,1	+ 5,8	6,9	— 0,9	— 1,3	— 1,1
29	7,9	7,2	9,5	7,6	+ 1,6	+ 2,3	+ 1,9	+ 7,8	+ 6,6	+ 6,6	7,2	— 1,2	0,0	— 0,6
30	7,1	6,4	7,4	6,7	+ 0,3	+ 1,0	+ 0,7	+ 7,5	+ 6,1	+ 6,4	6,8	— 1,1	+ 0,3	— 0,4
31								+ 7,0	+ 5,3	+ 6,6	6,1	— 0,4	+ 1,3	+ 0,5
Moy..					± 1,23	± 1,45	± 1,12					± 1,80	± 1,60	± 1,42

	NOVEMBRE 1883							DÉCEMBRE 1883						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 6,4	+ 5,1	+ 5,6	+ 5,7	— 0,8	+ 0,5	— 0,1	— 3,9	— 0,6	— 2,9	— 2,2	+ 1,0	— 2,3	— 0,7
2	+ 6,0	+ 5,6	+ 5,0	+ 5,8	— 1,0	— 0,6	— 0,8	+ 1,8	+ 1,8	+ 2,9	+ 1,8	+ 1,1	+ 1,1	+ 1,1
3	+ 5,5	+ 5,2	+ 5,6	+ 5,3	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,9	— 4,3	+ 0,7	— 1,7	— 0,2	+ 5,0	+ 2,4
4	+ 6,6	+ 7,1	+ 7,3	+ 6,9	+ 0,7	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,7	+ 1,9	+ 2,0	+ 1,3	+ 1,3	+ 0,1	+ 0,7
5	+10,0	+ 8,8	+ 8,7	+ 9,4	— 1,3	— 0,1	— 0,7	— 5,0	— 0,9	— 0,6	— 3,0	+ 4,4	+ 0,3	+ 2,4
6	+ 2,6	+ 2,2	+ 6,5	+ 2,4	+ 3,9	+ 4,3	+ 4,1	— 3,9	— 1,4	— 1,8	— 2,6	+ 2,1	— 0,4	+ 0,8
7	+13,6	+ 7,7	+12,6	+10,7	— 1,0	+ 4,9	+ 1,9	— 6,2	— 4,3	— 6,3	— 5,3	— 0,1	— 2,0	— 1,0
8	+ 8,7	+ 8,0	+ 9,3	+ 8,3	+ 0,6	+ 1,3	+ 1,0	— 5,8	— 6,8	— 6,1	— 6,3	— 0,3	+ 0,7	+ 0,2
9	+ 4,3	+ 3,4	+ 2,2	+ 3,8	— 2,1	— 1,2	— 1,6	—11,1	— 9,9	— 8,8	—10,5	+ 2,3	+ 1,1	+ 1,7
10	+ 5,9	+ 5,1	+ 7,6	+ 5,5	+ 1,7	+ 2,5	+ 2,1	— 9,1	— 7,6	— 7,4	— 8,3	+ 1,7	+ 0,2	+ 0,9
11	0,0	+ 0,3	+ 0,8	+ 0,1	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,7	— 6,1	— 7,4	— 5,1	— 6,8	+ 1,0	+ 2,3	+ 1,7
12	+ 1,7	— 1,8	+ 2,6	+ 0,0	+ 0,9	+ 4,4	+ 2,6	+ 0,9	— 2,0	+ 1,5	— 0,5	+ 0,6	+ 3,5	+ 2,0
13	+ 5,4	+ 4,6	+ 4,9	+ 5,0	— 0,5	+ 0,3	— 0,1	+ 3,0	— 2,9	+ 1,3	0,0	— 1,7	+ 4,2	+ 1,3
14	+ 0,8	— 4,0	— 0,8	— 1,6	— 1,6	+ 3,2	+ 0,8	— 0,1	+ 1,1	+ 1,4	+ 0,5	+ 1,5	+ 0,3	+ 0,9
15	+ 2,0	— 2,8	+ 0,9	— 0,4	— 1,1	+ 3,7	+ 1,3	+ 1,0	+ 2,2	+ 4,9	+ 1,6	+ 3,9	+ 2,7	+ 3,3
16	— 0,9	— 1,7	— 1,3	— 1,3	— 0,4	+ 0,4	0,0	+ 3,5	+ 1,7	+ 3,8	+ 2,6	+ 0,3	+ 2,1	+ 1,2
17	— 3,6	— 1,6	— 1,7	— 2,6	+ 1,9	— 0,1	+ 0,9	— 3,6	+ 0,3	— 0,7	— 1,6	+ 2,9	— 1,0	+ 0,9
18	+ 2,1	— 0,1	+ 1,0	+ 1,0	— 1,1	+ 1,1	0,0	+ 0,4	— 3,4	— 2,0	— 1,5	— 2,4	+ 1,4	— 0,5
19	+ 0,7	+ 2,3	+ 0,6	+ 1,5	— 0,1	— 1,7	— 0,9	— 7,6	— 5,5	— 5,7	— 6,6	+ 1,9	— 0,2	+ 0,9
20	+ 2,6	+ 3,7	+ 5,3	+ 3,1	+ 2,7	+ 1,6	+ 2,2	— 2,2	— 3,5	— 3,1	— 2,8	— 0,9	+ 0,4	— 0,3
21	— 3,6	+ 1,2	+ 2,2	— 1,2	+ 5,8	+ 1,0	+ 3,4	— 6,4	— 2,9	— 3,9	— 4,7	+ 2,5	— 1,0	+ 0,8
22	— 3,9	— 0,4	— 0,7	— 2,2	+ 3,2	— 0,3	+ 1,5	— 6,8	— 3,7	— 4,2	— 5,2	+ 2,6	— 0,5	+ 1,0
23	+ 3,7	— 0,6	+ 1,9	+ 1,6	— 1,8	+ 2,5	+ 0,3	— 2,7	— 2,2	— 3,7	— 2,4	— 1,0	— 1,5	— 1,3
24	— 0,6	+ 0,2	— 0,6	— 0,2	0,0	— 0,8	— 0,4	— 3,7	— 2,5	— 1,7	— 3,1	+ 2,0	+ 0,8	+ 1,4
25	— 6,1	— 1,3	— 3,2	— 3,7	+ 2,9	— 1,9	+ 0,5	+ 0,8	— 0,2	— 3,5	+ 0,3	— 4,3	— 3,3	— 3,8
26	+ 2,1	— 2,5	+ 4,9	— 0,2	+ 2,8	+ 7,4	+ 5,1	— 0,4	— 1,3	+ 2,0	— 0,8	+ 2,4	+ 3,3	+ 2,8
27	+ 4,7	+ 6,0	+ 5,0	+ 5,4	+ 0,3	— 1,0	— 0,4	+ 1,3	+ 0,4	+ 1,9	+ 0,9	+ 0,6	+ 1,5	+ 1,0
28	+ 2,8	+ 1,0	+ 3,4	+ 1,9	+ 0,6	+ 2,4	+ 1,5	— 0,1	— 0,9	+ 0,2	— 0,5	+ 0,3	+ 1,1	+ 0,7
29	+ 5,0	+ 2,9	+ 4,8	+ 3,9	— 0,2	+ 1,9	+ 0,9	— 0,4	— 2,0	— 0,2	— 1,2	+ 0,2	+ 1,8	+ 1,0
30	+ 2,5	+ 1,8	+ 0,8	+ 2,1	— 1,7	— 1,0	— 1,3	— 1,4	— 3,1	— 1,7	— 2,3	— 0,3	+ 1,4	+ 0,6
31								— 0,5	— 1,4	0,0	— 0,9	+ 0,5	+ 1,4	+ 0,9
Moy..					± 1,45	± 1,77	± 1,26					± 1,56	± 1,58	± 1,30

	JANVIER 1884							FÉVRIER 1884						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 1,1	− 1,6	+ 0,3	− 0,3	− 0,8	+ 1,9	+ 0,6	− 0,4	+ 1,8	+ 2,4	+ 0,7	+ 2,8	+ 0,6	+ 1,7
2	+ 0,2	− 1,3	0,0	− 0,5	− 0,2	+ 1,3	+ 0,5	+ 2,6	+ 1,5	+ 3,5	+ 2,0	+ 0,9	+ 2,0	+ 1,5
3	− 0,2	− 1,2	+ 0,3	− 0,7	+ 0,5	+ 1,5	+ 1,0	+ 2,2	− 2,2	+ 1,6	0,0	− 0,6	+ 3,8	+ 1,6
4	− 4,0	− 1,5	− 0,1	− 2,8	+ 3,9	+ 1,6	+ 2,7	+ 0,3	− 1,1	− 0,3	− 0,4	− 0,6	+ 0,8	+ 0,1
5	+ 2,4	+ 2,2	+ 1,9	+ 2,3	− 0,5	− 0,3	− 0,4	− 5,1	− 2,7	− 3,3	− 3,9	+ 1,8	− 0,6	+ 0,6
6	+ 0,3	+ 0,2	+ 1,1	+ 0,2	+ 0,8	+ 0,9	+ 0,9	− 3,5	− 2,0	− 3,5	− 2,8	0,0	− 1,5	− 0,7
7	+ 4,2	+ 5,0	+ 6,0	+ 4,6	+ 1,8	+ 1,0	+ 1,4	− 3,7	− 3,8	− 3,9	− 3,8	− 0,2	− 0,1	− 0,1
8	+ 2,6	+ 0,4	+ 1,8	+ 1,5	− 0,8	+ 1,4	+ 0,3	− 2,2	− 3,0	− 3,2	− 2,6	− 1,0	− 0,2	− 0,6
9	+ 0,9	− 0,9	− 0,2	0,0	− 1,1	+ 0,7	− 0,2	− 0,9	− 0,9	− 0,9	− 0,9	0,0	0,0	0,0
10	− 3,7	− 2,2	− 3,0	− 3,0	+ 0,7	− 0,8	0,0	+ 3,1	+ 2,7	+ 3,4	+ 2,9	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,5
11	− 7,5	− 3,6	− 3,9	− 5,6	+ 3,6	− 0,3	+ 1,7	+ 6,3	+ 4,4	+ 7,0	+ 5,3	+ 0,7	+ 2,6	+ 1,7
12	− 1,6	− 0,7	+ 2,2	− 1,1	+ 3,8	+ 2,9	+ 3,3	+ 5,5	+ 4,1	+ 5,7	+ 4,8	+ 0,2	+ 1,6	+ 0,9
13	− 1,2	− 4,6	− 1,7	− 2,9	− 0,5	+ 2,9	+ 1,2	+ 6,1	+ 3,8	+ 4,0	+ 4,9	− 2,1	+ 0,2	− 0,9
14	− 3,3	− 3,8	− 1,7	− 3,6	+ 1,6	+ 2,1	+ 1,9	+ 0,1	+ 1,7	+ 2,9	+ 0,9	+ 2,8	+ 1,2	+ 2,0
15	− 4,9	− 3,0	0,0	− 3,9	+ 4,9	+ 3,0	+ 3,9	+ 1,1	+ 1,8	+ 3,4	+ 1,5	+ 2,3	+ 1,6	+ 1,9
16	+ 1,4	− 1,9	+ 2,4	− 0,3	+ 1,0	+ 4,3	+ 2,7	− 1,3	− 3,9	+ 0,9	− 2,6	+ 2,2	+ 4,8	+ 3,5
17	+ 3,0	+ 0,3	+ 1,7	+ 1,7	− 1,3	+ 1,4	0,0	− 0,8	− 1,2	+ 1,2	− 1,0	+ 2,0	+ 2,4	+ 2,2
18	+ 4,6	− 1,0	+ 3,2	+ 1,8	− 1,4	+ 4,2	+ 1,4	+ 0,2	− 1,6	+ 0,5	− 0,7	+ 0,3	+ 2,1	+ 1,2
19	+ 1,4	− 0,1	+ 2,2	+ 0,6	+ 0,8	+ 2,3	+ 1,6	+ 1,8	− 0,5	+ 2,0	+ 0,6	+ 0,2	+ 2,5	+ 1,4
20	− 1,3	− 2,5	− 0,8	− 1,9	+ 0,5	+ 1,7	+ 1,1	− 2,5	0,0	0,0	− 1,3	+ 2,5	0,0	+ 1,3
21	− 1,0	− 2,4	− 1,9	− 1,7	− 0,9	+ 0,5	− 0,2	+ 1,1	+ 1,5	+ 0,4	+ 1,3	− 0,7	− 1,1	− 0,9
22	− 1,8	− 3,1	− 1,3	− 2,5	+ 0,5	+ 1,8	+ 1,2	+ 4,4	− 1,1	+ 7,0	+ 1,7	+ 2,6	+ 8,1	+ 5,3
23	0,0	− 3,7	− 4,3	− 1,8	− 4,3	− 0,6	− 2,5	+ 7,2	+ 4,4	+ 8,3	+ 5,8	+ 1,1	+ 3,9	+ 2,5
24	+ 2,1	− 6,0	+ 5,0	− 1,9	+ 2,9	+ 11,0	+ 6,9	+ 4,6	+ 5,7	+ 5,2	+ 5,2	+ 0,6	− 0,5	0,0
25	− 7,3	− 4,9	− 4,3	− 6,1	+ 3,0	+ 0,6	+ 1,8	+ 4,2	+ 0,2	+ 4,2	+ 2,2	0,0	+ 4,0	+ 2,0
26	− 7,6	− 5,6	− 3,6	− 6,6	+ 4,0	+ 2,0	+ 3,0	− 0,4	+ 0,4	+ 1,9	0,0	+ 2,3	+ 1,5	+ 1,9
27	+ 3,4	− 6,5	+ 3,7	− 1,5	+ 0,3	+ 10,2	+ 5,2	− 0,6	+ 1,4	+ 2,2	+ 0,4	+ 2,8	+ 0,8	+ 1,8
28	− 0,9	− 3,9	+ 2,2	− 2,4	+ 3,1	+ 6,1	+ 4,6	− 2,1	− 0,9	− 1,3	− 1,5	+ 0,8	− 0,4	+ 0,2
29	+ 2,4	− 1,9	+ 3,5	+ 0,3	+ 1,1	+ 5,4	+ 3,2	+ 1,0	− 0,9	+ 0,5	+ 0,1	− 0,5	+ 1,4	+ 0,4
30	+ 6,4	+ 3,0	+ 3,5	+ 4,7	− 2,9	+ 0,5	− 1,2							
31	− 1,9	+ 2,0	− 0,9	0,0	+ 1,0	− 2,9	− 0,9							
Moy..					± 1,76	± 2,52	± 1,85					± 2,00	± 1,76	± 1,36

DATE	MARS 1884 m₁	m₂	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m₁	Min. obs. —m₂	Minim. obs. —Min. prévu	AVRIL 1884 m₁	m₂	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m₁	Min. obs. —m₂	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 2°,7	+ 0°,5	— 1°,5	+ 1°,6	— 4°,2	— 2°,0	— 3°,1	+ 7°,2	+ 2°,7	+ 5°,3	+ 4°,9	— 1°,9	+ 2°,6	+ 0°,4
2	+ 0,6	+ 0,3	— 0,8	+ 0,5	— 1,4	— 1,1	— 1,3	+ 8,5	+ 4,3	+ 4,8	+ 6,4	— 3,7	+ 0,5	— 1,6
3	— 3,6	— 1,1	— 2,5	— 2,4	+ 1,1	— 1,4	— 0,1	+ 7,5	+ 6,3	+ 5,1	+ 6,9	— 2,4	— 1,2	— 1,8
4	— 1,4	+ 0,5	— 1,8	— 0,4	— 0,4	— 2,3	— 1,4	+ 2,2	+ 3,8	+ 5,9	+ 3,0	+ 3,7	+ 2,1	+ 2,9
5	+ 1,4	+ 0,3	— 0,1	+ 0,8	— 1,5	— 0,4	— 0,9	+ 6,2	+ 4,7	+ 4,2	+ 5,4	— 2,0	— 0,5	— 1,2
6	+ 5,7	+ 4,1	+ 6,1	+ 4,9	+ 0,4	+ 2,0	+ 1,2	+12,2	+ 6,5	+ 7,9	+ 9,4	— 4,3	+ 1,4	— 1,5
7	+ 3,0	+ 0,7	+ 3,1	+ 1,8	+ 0,1	+ 2,4	+ 1,3	+13,9	+ 5,1	+ 9,4	+ 9,5	— 4,5	+ 4,3	— 0,1
8	+ 0,9	— 0,7	+ 0,5	+ 0,1	— 0,4	+ 1,2	+ 0,4	+ 5,1	+ 3,7	+ 7,3	+ 4,4	+ 2,2	+ 3,6	+ 2,9
9	+ 0,6	— 0,9	+ 3,0	— 0,1	+ 2,4	+ 3,9	+ 3,1	+ 5,5	+ 5,3	+ 5,4	+ 5,4	— 0,1	+ 0,1	0,0
10	+ 2,9	— 0,1	+ 1,9	+ 1,4	— 1,0	+ 2,0	+ 0,5	+ 7,6	+ 3,2	+ 7,5	+ 5,4	— 0,1	+ 4,3	+ 2,1
11	+ 5,3	+ 2,6	+ 5,7	+ 4,0	+ 0,4	+ 3,1	+ 1,7	+ 2,4	— 0,7	+ 2,4	+ 0,9	0,0	+ 3,1	+ 1,5
12	+10,7	+ 3,8	+11,8	+ 7,3	+ 1,1	+ 8,0	+ 4,5	— 1,1	— 0,9	— 1,1	— 1,0	0,0	— 0,2	— 0,1
13	+ 8,2	+ 4,3	+ 9,8	+ 6,2	+ 1,6	+ 5,5	+ 3,6	+ 1,4	+ 1,4	+ 0,6	+ 1,4	— 0,8	— 0,8	— 0,8
14	+ 4,3	+ 4,1	+ 3,3	+ 4,2	— 1,0	— 0,8	— 0,9	+ 7,4	+ 5,4	+ 8,4	+ 6,4	+ 1,0	+ 3,0	+ 2,0
15	+ 3,1	+ 4,6	+ 2,8	+ 3,9	— 0,3	— 1,8	— 1,1	+ 0,2	+ 4,8	+ 4,9	+ 2,5	+ 4,7	+ 0,1	+ 2,4
16	+ 2,2	+ 3,8	+ 2,9	+ 3,0	+ 0,7	— 0,9	— 0,1	+ 6,0	+ 4,3	+ 6,2	+ 5,2	+ 0,2	+ 1,9	+ 1,0
17	+ 3,9	+ 4,3	+ 2,4	+ 4,1	— 1,5	— 1,9	— 1,7	+ 7,2	+ 5,5	+ 6,8	+ 6,3	— 0,4	+ 1,3	+ 0,5
18	+ 4,5	+ 5,5	+ 3,1	+ 5,0	— 1,4	— 2,4	— 1,9	+ 5,6	+ 6,8	+ 6,2	+ 6,2	+ 0,6	— 0,6	0,0
19	+ 5,0	+ 4,5	+ 2,8	+ 4,7	— 2,2	— 1,7	— 1,9	+ 0,3	+ 2,7	+ 1,7	+ 1,5	+ 1,4	— 1,0	+ 0,2
20	+ 2,4	+ 4,4	+ 2,7	+ 3,4	+ 0,3	— 1,7	— 0,7	+ 0,2	+ 3,4	+ 1,5	+ 1,8	+ 1,3	— 1,9	— 0,3
21	+ 4,0	+ 3,1	+ 5,3	+ 3,5	+ 1,3	+ 2,2	+ 1,8	— 0,6	+ 4,0	+ 3,4	+ 1,7	+ 4,0	— 0,6	+ 1,7
22	— 3,5	+ 0,6	+ 2,1	— 1,4	+ 5,6	+ 1,5	+ 3,5	— 0,8	— 3,1	— 2,0	— 2,0	— 1,2	+ 1,1	0,0
23	+ 1,2	— 4,1	+ 0,5	— 1,4	— 0,7	+ 4,6	+ 1,9	+ 0,2	+ 1,2	— 0,1	+ 0,7	— 0,3	— 1,3	— 0,8
24	+ 0,1	— 2,3	+ 1,3	— 1,1	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,4	+ 2,7	+ 0,5	+ 0,9	+ 1,6	— 1,8	+ 0,4	— 0,7
25	+ 0,1	— 3,6	+ 2,0	— 1,7	+ 1,9	+ 5,6	+ 3,7	+ 4,6	+ 2,6	+ 3,0	+ 3,6	— 1,6	+ 0,4	— 0,6
26	+ 1,1	— 1,6	+ 0,7	— 0,2	— 0,4	+ 2,3	+ 0,9	+ 2,0	+ 2,8	+ 2,5	+ 2,4	+ 0,5	— 0,3	+ 0,1
27	— 0,6	— 1,2	— 2,3	— 0,9	— 1,7	— 1,1	— 1,4	+ 3,4	+ 0,3	+ 1,3	+ 1,9	— 2,1	+ 1,0	— 0,6
28	+ 0,2	+ 0,4	— 0,7	+ 0,3	— 0,9	— 1,1	— 1,0	+ 3,2	+ 2,4	+ 2,8	+ 2,8	— 0,4	+ 0,4	0,0
29	+ 4,7	+ 1,9	+ 1,5	+ 3,3	— 3,2	— 0,4	— 1,8	+ 2,8	+ 0,8	+ 2,3	+ 1,8	— 0,5	+ 1,5	+ 0,5
30	+ 3,7	+ 2,8	+ 2,5	+ 3,3	— 1,2	— 0,3	— 0,8	+ 6,6	+ 3,9	+ 4,3	+ 5,2	— 2,3	+ 0,4	— 0,9
31	+ 3,5	+ 4,8	+ 2,2	+ 4,1	— 1,3	— 2,6	— 1,9							
Moy..					± 1,38	± 2,32	± 1,69					± 1,67	± 1,40	± 0,97

	MAI 1884							JUIN 1884						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 8°,1	+ 3°,9	+ 8°,0	+ 6°,0	— 0°,1	+ 4°,1	+ 2°,0	+ 7°,9	+11°,0	+11°,2	+ 9°,4	+ 3°,3	+ 0°,2	+ 1°,8
2	6,8	5,3	5,9	6,1	— 0,9	+ 0,6	— 0,2	9,9	8,4	11,9	9,2	+ 2,0	+ 3,5	+ 2,7
3	6,6	8,0	8,0	7,3	+ 1,4	0,0	+ 0,7	10,4	9,6	10,1	10,0	— 0,3	+ 0,5	+ 0,1
4	13,0	4,7	10,2	8,9	— 2,8	+ 5,5	+ 1,3	12,3	8,3	9,7	10,3	— 2,6	+ 1,4	— 0,6
5	11,5	10,0	9,8	10,7	— 1,7	— 0,2	— 0,9	5,2	6,7	6,0	6,0	+ 0,8	— 0,7	0,0
6	3,7	4,9	4,7	4,3	+ 1,0	— 0,2	+ 0,4	6,9	6,9	7,5	6,9	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,6
7	4,3	6,5	5,0	5,4	+ 0,7	— 1,5	— 0,4	9,6	4,9	8,8	7,2	— 0,8	+ 3,9	+ 1,6
8	5,2	4,5	5,9	4,8	+ 0,7	+ 1,4	+ 1,1	5,3	6,2	7,1	5,7	+ 1,8	+ 0,9	+ 1,4
9	8,1	5,3	5,1	6,7	— 3,0	— 0,2	— 1,6	0,9	5,6	5,2	3,3	+ 4,3	— 0,4	+ 1,9
10	8,6	7,9	6,8	8,3	— 1,8	— 1,1	— 1,5	4,6	6,2	7,5	5,4	+ 2,9	+ 1,3	+ 2,1
11	9,1	9,0	8,5	9,0	— 0,6	— 0,5	— 0,5	5,8	7,5	5,7	6,6	— 0,1	— 1,8	— 0,9
12	12,3	9,8	10,5	11,1	— 1,8	+ 0,7	— 0,6	9,1	7,9	10,8	8,5	+ 1,7	+ 2,9	+ 2,3
13	13,2	8,9	12,4	11,1	— 0,8	+ 3,5	+ 1,3	11,2	10,2	9,4	10,7	— 1,8	— 0,8	— 1,3
14	15,2	5,9	13,1	10,5	— 2,1	+ 7,2	+ 2,6	13,5	12,4	13,2	12,9	— 0,3	+ 0,8	+ 0,3
15	6,9	8,0	9,8	7,5	+ 2,9	+ 1,8	+ 2,3	10,4	13,7	13,1	12,1	+ 2,7	— 0,6	+ 1,0
16	8,4	7,8	6,0	8,1	— 2,4	— 1,8	— 2,1	11,5	11,1	11,5	11,3	0,0	+ 0,4	+ 0,2
17	10,5	9,2	9,5	9,8	— 1,0	+ 0,3	— 0,3	8,7	4,5	8,8	6,6	+ 0,1	+ 4,3	+ 2,2
18	16,0	9,1	12,8	12,5	— 3,2	+ 3,7	+ 0,3	6,5	3,7	4,9	5,1	— 1,6	+ 1,2	— 0,2
19	7,5	11,2	11,0	9,3	+ 3,5	— 0,2	+ 1,7	8,3	4,8	7,4	6,5	— 0,9	+ 2,6	+ 0,9
20	12,1	11,4	13,0	11,8	+ 0,9	+ 1,6	+ 1,2	9,3	3,4	6,2	6,4	— 3,1	+ 2,8	— 0,2
21	9,9	11,5	8,3	10,7	— 1,6	— 3,2	— 2,4	10,0	8,1	8,7	9,0	— 1,3	+ 0,6	— 0,3
22	10,2	10,3	12,2	10,3	+ 2,0	+ 1,9	+ 1,9	10,4	5,0	6,8	7,7	— 3,6	+ 1,8	— 0,9
23	13,7	12,5	10,0	13,1	— 3,7	— 2,5	— 3,1	11,4	7,9	11,1	9,7	— 0,3	+ 3,2	+ 1,4
24	14,7	12,5	12,2	13,6	— 2,5	— 0,3	— 1,4	11,1	10,4	11,3	10,7	+ 0,2	+ 0,9	+ 0,6
25	13,7	12,1	14,5	12,9	+ 0,8	+ 2,4	+ 1,6	14,1	9,7	10,4	11,9	— 3,7	+ 0,7	— 1,5
26	10,2	13,6	11,8	11,9	+ 1,6	— 1,8	— 0,1	14,2	11,1	11,3	12,7	— 2,9	+ 0,2	— 1,4
27	10,4	10,6	11,9	10,5	+ 1,5	+ 1,3	+ 1,4	16,0	13,0	12,5	14,5	— 3,5	— 0,5	— 2,0
28	9,5	8,9	8,2	9,2	— 1,3	— 0,7	— 1,0	16,0	14,9	14,1	15,5	— 1,9	— 0,8	— 1,4
29	12,1	7,4	9,8	9,8	— 2,3	+ 2,4	0,0	17,1	13,8	16,0	15,5	— 1,1	+ 2,2	+ 0,5
30	11,7	10,9	10,8	11,3	— 0,9	— 0,1	— 0,5	14,3	10,9	12,0	12,6	— 2,3	+ 1,1	— 0,6
31	9,2	11,7	11,2	10,4	+ 2,0	— 0,5	+ 0,8							
Moy..					± 1,73	± 1,72	± 1,20					± 1,75	± 1,45	± 1,10

	JUILLET 1884							AOUT 1884						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+13,5	+ 8,8	+11,3	+11,2	— 2,2	+ 2,5	+ 0,1	+13,1	+14,8	+12,0	+13,9	— 1,1	— 2,8	— 1,9
2	14,9	12,9	12,7	13,9	— 2,2	— 0,2	— 1,2	15,0	14,7	13,7	14,9	— 1,3	— 1,0	— 1,2
3	15,9	13,0	14,2	14,5	— 1,7	+ 1,2	— 0,3	14,3	15,3	14,0	14,8	— 0,3	— 1,3	— 0,8
4	13,3	14,7	14,1	14,0	+ 0,8	— 0,6	+ 0,1	16,3	16,2	17,2	16,3	+ 0,9	+ 1,0	+ 0,9
5	16,1	14,8	16,5	15,5	+ 0,4	+ 1,7	+ 1,0	15,8	16,0	15,8	15,9	0,0	— 0,2	— 0,1
6	15,6	14,5	18,0	15,1	+ 2,4	+ 3,3	+ 2,9	17,2	17,2	15,9	17,2	— 1,3	— 1,3	— 1,3
7	13,2	15,7	11,9	14,4	— 1,3	— 3,8	— 2,5	13,5	15,9	16,6	14,7	+ 3,1	+ 0,7	+ 1,9
8	13,4	14,0	13,2	13,7	— 0,2	— 0,8	— 0,5	12,8	15,3	14,2	14,0	+ 1,4	— 1,1	+ 0,2
9	11,0	17,0	14,0	14,0	+ 3,0	— 3,0	0,0	16,1	15,8	12,6	16,0	— 3,5	— 3,2	— 3,4
10	14,8	16,5	17,3	15,6	+ 2,5	+ 0,8	+ 1,7	13,5	15,0	12,9	14,2	— 0,6	— 2,1	— 1,3
11	11,4	14,7	13,5	13,1	+ 2,1	— 1,2	+ 0,4	14,9	16,2	15,7	15,5	+ 0,8	— 0,5	+ 0,2
12	15,8	18,2	14,7	17,0	— 1,1	— 3,5	— 2,3	10,5	14,7	13,5	12,6	+ 3,0	— 1,2	+ 0,9
13	18,4	17,6	18,0	18,0	— 0,4	+ 0,4	0,0	13,8	14,4	15,0	14,1	+ 1,2	+ 0,6	+ 0,9
14	19,6	16,3	19,8	17,9	+ 0,2	+ 3,5	+ 1,9	17,6	17,4	15,3	17,5	— 2,3	— 2,1	— 2,2
15	17,1	17,6	18,3	17,4	+ 1,2	+ 0,7	+ 0,9	8,1	14,9	14,2	11,5	+ 6,1	— 0,7	+ 2,7
16	19,5	18,9	20,6	19,2	+ 1,1	+ 1,7	+ 1,4	12,4	12,8	11,7	12,6	— 0,7	— 1,1	— 0,9
17	11,3	15,5	16,0	13,4	+ 4,7	+ 0,5	+ 2,6	13,3	13,0	11,8	13,1	— 1,5	— 1,2	— 1,3
18	13,6	18,5	18,2	16,1	+ 4,6	— 0,3	+ 2,1	11,9	15,5	13,7	13,7	+ 1,8	— 1,8	0,0
19	16,4	16,7	17,2	16,5	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,7	13,4	14,8	14,4	14,1	+ 1,0	— 0,4	+ 0,3
20	9,6	12,8	12,6	11,2	+ 3,0	— 0,2	+ 1,4	8,6	13,3	11,9	11,0	+ 3,3	— 1,4	+ 0,9
21	12,6	7,0	9,9	9,8	— 2,7	+ 2,9	+ 0,1	9,3	10,1	9,7	9,7	+ 0,4	— 0,4	0,0
22	10,7	13,8	14,4	12,2	+ 3,7	+ 0,6	+ 2,2	13,7	12,7	12,9	13,2	— 0,8	+ 0,2	— 0,3
23	12,3	12,4	11,8	12,3	— 0,5	— 0,6	— 0,5	13,1	13,7	14,0	13,4	+ 0,9	+ 0,3	+ 0,6
24	18,6	14,9	17,8	16,8	— 0,8	+ 2,9	+ 1,0	12,8	13,2	11,6	13,0	— 1,2	— 1,6	— 1,4
25	10,7	14,5	14,7	12,6	+ 4,0	+ 0,2	+ 2,1	12,5	13,7	11,6	13,1	— 0,9	— 2,1	— 1,5
26	8,9	11,7	9,8	10,3	+ 0,9	— 1,9	— 0,5	17,7	13,7	16,9	15,7	— 0,8	+ 3,2	+ 1,2
27	8,3	10,0	8,8	9,2	+ 0,5	— 1,2	— 0,4	10,4	13,8	9,4	12,1	— 1,0	— 4,4	— 2,7
28	5,6	9,6	9,9	7,6	+ 4,3	+ 0,3	+ 2,3	5,1	5,9	5,0	5,5	— 0,1	— 0,9	— 0,5
29	8,9	12,0	10,3	10,5	+ 1,4	— 1,7	— 0,2	6,3	7,6	8,8	6,9	+ 2,5	+ 1,2	+ 1,9
30	11,6	11,4	10,0	11,5	— 1,6	— 1,4	— 1,5	8,2	9,3	8,5	8,7	+ 0,3	— 0,8	— 0,2
31	14,2	12,4	11,9	13,3	— 2,3	— 0,5	— 1,4	6,1	7,6	7,1	6,8	+ 1,0	— 0,5	+ 0,3
Moy..					± 1,89	± 1,44	± 1,17					± 1,45	± 1,33	± 1,09

	SEPTEMBRE 1884							OCTOBRE 1884						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 9,7	+10,7	+ 9,0	+10,2	— 0,7	— 1,7	— 1,2	+ 8,9	+ 8,9	+12,2	+ 8,9	+ 3,3	+ 3,3	+ 3,3
2	16,2	12,6	15,9	14,4	— 0,3	+ 3,3	+ 1,5	+ 8,6	+11,9	+ 7,8	+10,3	— 0,8	— 4,1	— 2,5
3	12,8	14,2	15,5	13,5	+ 2,7	+ 1,3	+ 2,0	+ 8,6	+ 8,3	+ 7,8	+ 8,4	— 0,8	— 0,5	— 0,6
4	14,2	13,4	11,2	13,8	— 3,0	— 2,2	— 2,6	+10,8	+ 9,0	+10,2	+ 9,9	— 0,6	+ 1,2	+ 0,3
5	7,5	7,1	8,3	7,3	+ 0,8	+ 1,2	+ 1,0	+ 6,5	+ 1,4	+ 7,9	+ 4,0	+ 1,4	+ 6,5	+ 3,9
6	7,2	8,9	8,7	8,0	+ 1,5	— 0,2	+ 0,7	+ 8,7	+ 4,8	+ 9,7	+ 6,7	+ 1,0	+ 4,9	+ 3,0
7	8,5	8,9	9,8	8,7	+ 1,3	+ 0,9	+ 1,1	+ 2,1	+ 3,4	+ 4,5	+ 2,8	+ 2,3	+ 1,1	+ 1,7
8	9,0	7,7	10,0	8,3	+ 1,0	+ 2,3	+ 1,7	+ 8,8	+ 5,7	+ 7,8	+ 7,2	— 1,0	+ 2,1	+ 0,6
9	10,6	4,7	8,9	7,7	— 1,7	+ 4,2	+ 1,2	+ 6,3	+ 4,0	+ 6,1	+ 5,2	— 0,2	+ 2,1	+ 0,9
10	10,8	11,1	11,5	11,0	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,5	+ 8,4	+ 4,9	+ 9,0	+ 6,6	+ 0,6	+ 4,1	+ 2,4
11	8,7	10,4	8,8	9,6	+ 0,1	— 1,6	— 0,8	+ 4,9	+ 4,9	+ 3,8	+ 4,9	— 1,1	— 1,1	— 1,1
12	8,4	10,2	9,1	9,3	+ 0,7	— 1,1	— 0,2	+ 1,9	— 1,1	+ 0,3	+ 0,4	— 1,6	+ 1,4	— 0,1
13	7,4	9,9	6,8	8,6	— 0,6	— 2,9	— 1,8	+ 1,0	— 1,4	— 0,7	— 0,2	— 1,7	+ 0,7	— 0,5
14	10,3	11,4	10,9	10,9	+ 0,6	— 0,5	0,0	+ 2,1	+ 0,4	+ 3,2	+ 1,3	+ 1,1	+ 2,8	+ 1,9
15	10,4	11,4	11,8	10,9	+ 1,4	+ 0,4	+ 0,9	+ 1,2	+ 0,3	+ 1,6	+ 0,7	+ 0,4	+ 1,3	+ 0,9
16	10,9	12,8	10,5	11,9	— 0,4	— 2,3	— 1,4	+ 4,1	+ 3,1	+ 3,4	+ 3,6	— 0,7	+ 0,3	— 0,2
17	13,0	13,5	12,1	13,2	— 0,9	— 1,4	— 1,1	+ 4,7	+ 5,5	+ 3,0	+ 5,1	— 1,7	— 2,5	— 2,1
18	12,5	14,1	11,4	13,3	— 1,1	— 2,7	— 1,9	+ 3,3	+ 5,4	+ 5,5	+ 4,3	+ 2,2	+ 0,1	+ 1,2
19	11,3	12,2	11,2	11,7	— 0,1	— 1,0	— 0,5	+ 7,3	+ 6,0	+ 5,0	+ 6,6	— 2,3	— 1,0	— 1,6
20	11,6	12,9	11,0	12,3	— 0,6	— 1,9	— 1,3	+ 3,1	+ 5,7	+ 3,0	+ 4,4	— 0,1	— 2,7	— 1,4
21	12,7	13,6	11,5	13,1	— 1,2	— 2,1	— 1,6	+ 4,5	+ 4,5	+ 3,1	+ 4,5	— 1,4	— 1,4	— 1,4
22	14,2	11,4	15,6	12,8	+ 1,4	+ 4,2	+ 2,8	+ 4,7	+ 4,5	+ 3,5	+ 4,6	— 1,2	— 1,0	— 1,1
23	11,4	11,0	12,8	11,2	+ 1,4	+ 1,8	+ 1,6	+ 6,3	+ 3,1	+ 6,9	+ 4,7	+ 0,6	+ 3,8	+ 2,2
24	9,9	6,3	10,5	8,1	+ 0,6	+ 4,2	+ 2,4	+ 7,0	+ 2,4	+ 5,2	+ 4,7	— 1,8	+ 2,8	+ 0,5
25	8,1	8,0	9,3	8,1	+ 1,2	+ 1,3	+ 1,2	+ 4,8	+ 2,5	+ 4,0	+ 3,6	— 0,8	+ 1,5	+ 0,4
26	9,4	8,9	11,4	9,2	+ 2,0	+ 2,5	+ 2,2	— 0,3	+ 1,6	— 1,2	+ 0,6	— 0,9	— 2,8	— 1,8
27	12,6	11,0	12,0	11,8	— 0,6	+ 1,0	+ 0,2	+12,1	+ 4,2	+ 8,9	+ 8,1	— 3,2	+ 4,7	+ 0,8
28	4,9	6,8	6,0	5,8	+ 1,1	— 0,8	+ 0,2	+ 2,1	+ 1,5	+ 1,7	+ 1,8	— 0,4	+ 0,2	— 0,1
29	4,7	7,4	6,5	6,1	+ 1,8	— 0,9	+ 0,4	+ 6,7	+ 4,8	+ 2,7	+ 5,7	— 4,0	— 2,1	— 3,0
30	5,4	9,8	8,1	7,6	+ 2,7	— 1,7	+ 0,5	+ 1,7	+ 4,5	+ 5,9	+ 3,1	+ 4,2	+ 1,4	+ 2,8
31								+ 0,1	+ 4,6	+ 5,9	+ 2,3	+ 5,8	+ 1,3	+ 3,6
Moy..					± 1,14	± 1,80	± 1,22					± 1,59	± 2,15	± 1,55

	NOVEMBRE 1884							DÉCEMBRE 1884						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
1	+ 5°,7	+ 5°,3	+ 7°,1	+ 5°,5	+ 1°,4	+ 1°,8	+ 1°,6	− 5°,9	− 3°,4	− 4°,2	− 4°,7	+ 1°,7	− 0°,8	+ 0°,5
2	− 1,8	+ 2,0	+ 2,2	+ 0,1	+ 4,0	+ 0,2	+ 2,1	− 7,8	− 5,4	− 9,0	− 6,6	− 1,2	− 3,6	− 2,4
3	+ 4,9	+ 4,6	+ 4,1	+ 4,8	− 0,8	− 0,5	− 0,7	−11,5	− 6,2	− 6,7	− 8,8	+ 4,8	− 0,5	+ 2,1
4	+ 2,7	+ 3,3	+ 2,6	+ 3,0	− 0,1	− 0,7	− 0,4	+ 4,2	+ 2,3	+ 4,0	+ 3,2	− 0,2	+ 1,7	+ 0,8
5	+ 1,7	+ 2,4	− 0,2	+ 2,0	− 1,9	− 2,6	− 2,2	+ 3,3	+ 0,7	+ 1,9	+ 2,0	− 1,4	+ 1,2	− 0,1
6	− 1,4	+ 0,3	− 0,1	− 0,6	+ 1,3	− 0,4	+ 0,5	+ 4,4	+ 1,8	+ 3,0	+ 3,1	− 1,4	+ 1,2	− 0,1
7	+ 2,4	+ 2,3	+ 1,3	+ 2,3	− 1,1	− 1,0	− 1,0	+ 0,8	+ 2,8	+ 2,5	+ 1,8	+ 1,7	− 0,3	+ 0,7
8	+ 5,1	+ 3,9	+ 4,7	+ 4,5	− 0,4	+ 0,8	+ 0,2	− 7,0	+ 0,3	− 1,4	− 3,3	+ 5,6	− 1,7	+ 1,9
9	+ 7,5	+ 7,8	+ 8,6	+ 7,6	+ 1,1	+ 0,8	+ 1,0	+ 4,3	+ 3,0	+ 4,9	+ 3,6	+ 0,6	+ 1,9	+ 1,3
10	− 0,6	+ 3,7	+ 4,0	+ 1,5	+ 4,6	+ 0,3	+ 2,5	+ 6,7	+ 5,2	+ 0,8	+ 5,9	− 5,9	− 4,4	− 5,1
11	+ 7,0	+ 6,2	+ 6,7	+ 6,6	− 0,3	+ 0,5	+ 0,1	− 8,0	− 2,3	− 1,0	− 5,2	+ 7,0	+ 1,3	+ 4,2
12	+ 6,2	+ 3,5	+ 5,3	+ 4,9	− 0,9	+ 1,8	+ 0,4	+ 6,7	− 4,2	+ 6,6	+ 1,3	− 0,1	+10,8	+ 5,3
13	+ 4,9	+ 2,4	+ 3,9	+ 3,6	− 1,0	+ 1,5	+ 0,3	+ 0,5	+ 1,3	− 1,0	+ 0,9	− 1,5	− 2,3	− 1,9
14	+ 1,0	− 2,7	+ 1,3	− 0,9	+ 0,3	+ 4,0	+ 2,2	− 5,5	− 0,5	− 3,5	− 3,0	+ 2,0	− 3,0	− 0,5
15	+ 1,4	− 2,3	+ 1,5	− 0,4	+ 0,1	+ 3,8	+ 1,9	− 4,4	− 1,7	− 0,8	− 3,1	+ 3,6	+ 0,9	+ 2,3
16	+ 0,2	− 1,8	+ 0,7	− 0,8	+ 0,5	+ 2,5	+ 1,5	+11,2	− 3,8	+ 6,5	+ 3,7	− 4,7	+10,3	+ 2,8
17	+ 1,7	− 1,2	+ 0,7	+ 0,3	− 1,0	+ 1,9	+ 0,4	+ 1,8	+ 2,5	+ 3,6	+ 2,1	+ 1,8	+ 1,1	+ 1,5
18	− 3,3	− 2,1	− 1,1	− 2,7	+ 2,2	+ 1,0	+ 1,6	+ 0,9	+ 0,2	− 0,1	+ 0,5	− 1,0	− 0,3	− 0,6
19	− 0,3	− 1,1	+ 1,0	− 0,7	+ 1,3	+ 2,1	+ 1,7	− 7,9	− 4,4	− 2,8	− 6,2	+ 5,1	+ 1,6	+ 3,4
20	+ 0,6	− 3,3	+ 0,2	− 1,4	− 0,4	+ 3,5	+ 1,6	+ 5,2	+ 1,3	+ 2,8	+ 3,3	− 2,4	+ 1,5	− 0,5
21	− 6,3	− 4,8	− 3,4	− 5,6	+ 2,9	+ 1,4	+ 2,2	− 1,8	− 0,3	+ 3,6	− 1,0	+ 5,4	+ 3,9	+ 4,6
22	− 2,8	− 0,7	− 1,0	− 1,8	+ 1,8	− 0,3	+ 0,8	+ 1,2	− 2,2	0,0	− 0,5	− 1,2	+ 2,2	+ 0,5
23	− 0,3	− 0,1	− 0,2	− 0,2	− 0,1	+ 0,1	0,0	+ 2,3	− 2,0	− 0,3	+ 0,2	− 2,6	+ 1,7	− 0,5
24	− 4,8	− 2,4	− 7,6	− 3,6	− 2,8	− 5,2	− 4,0	− 0,8	− 2,0	− 0,3	− 1,4	+ 0,5	+ 1,7	+ 1,1
25	−10,7	− 5,9	− 4,8	− 8,3	+ 5,9	+ 1,1	+ 3,5	− 0,1	− 1,0	− 0,4	− 0,6	− 0,3	+ 0,6	+ 0,2
26	− 4,7	− 2,7	− 3,5	− 3,7	+ 1,2	− 0,8	+ 0,2	− 1,4	− 3,9	− 1,6	− 2,6	− 0,2	+ 2,3	+ 1,0
27	− 7,4	− 4,9	− 7,6	− 6,2	− 0,2	− 2,7	− 1,4	− 1,2	− 3,3	− 1,3	− 2,3	− 0,1	+ 2,0	+ 1,0
28	− 0,4	− 0,8	− 0,7	− 0,6	− 0,3	+ 0,1	− 0,1	− 2,1	− 3,6	− 2,2	− 2,9	− 0,1	+ 1,4	+ 0,7
29	− 1,9	− 2,5	− 0,5	− 2,2	+ 1,4	+ 2,0	+ 1,7	− 3,3	− 4,2	− 2,7	− 3,7	+ 0,6	+ 1,5	+ 1,0
30	− 2,0	− 1,4	− 0,6	− 1,7	+ 1,4	+ 0,8	+ 1,1	− 1,3	− 2,8	− 2,0	− 2,1	− 0,7	+ 0,8	+ 0,1
31								− 0,5	− 3,2	− 2,2	− 1,9	− 1,7	+ 1,0	− 0,3
Moy..					± 1,42	± 1,54	± 1,30					± 2,16	± 2,24	± 1,58

	JANVIER 1885							FÉVRIER 1885						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	— 1,5	— 3,5	— 1,8	— 2,5	— 0,3	+ 1,7	+ 0,7	+ 3,6	+ 0,2	+ 5,2	+ 1,9	+ 1,6	+ 5,0	+ 3,3
2	— 3,2	4,6	— 3,0	3,9	+ 0,2	+ 1,6	+ 0,9	+10,1	+ 1,1	+ 4,5	+ 5,6	— 5,6	+ 3,4	— 1,1
3	— 5,4	5,6	— 5,0	5,5	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,1	+ 1,6	+ 2,9	+ 0,9	+ 2,8	+ 1,3	+ 2,0
4	— 3,2	4,9	— 4,0	4,0	— 0,8	+ 0,9	0,0	— 1,9	— 0,8	+ 0,7	— 1,4	+ 2,6	+ 1,5	+ 2,1
5	— 3,4	4,7	— 3,9	4,1	— 0,5	+ 0,8	+ 0,2	— 3,6	— 1,6	— 0,8	— 2,6	+ 2,8	+ 0,8	+ 1,8
6	— 9,8	7,5	— 6,0	8,6	+ 3,8	+ 1,5	+ 2,6	+ 3,2	+ 3,6	+ 2,2	+ 3,4	— 1,0	— 1,4	— 1,2
7	— 1,7	3,7	— 1,8	2,7	— 0,1	+ 1,9	+ 0,9	— 3,4	— 3,5	— 2,8	— 3,4	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,6
8	+ 0,2	4,5	— 0,5	2,2	— 0,7	+ 4,0	+ 1,7	+ 2,0	0,0	+ 0,2	+ 1,0	— 1,8	+ 0,2	— 0,8
9	— 4,4	5,2	— 8,4	4,8	— 4,0	— 3,2	— 3,6	— 4,2	— 2,1	— 1,5	— 3,2	+ 2,7	+ 0,6	+ 1,7
10	—10,8	8,3	— 6,2	9,5	+ 4,6	+ 2,1	+ 3,3	— 2,9	— 0,7	— 1,7	— 1,8	+ 1,2	— 1,0	+ 0,1
11	+ 0,4	5,2	+ 1,6	2,4	+ 1,2	+ 6,8	+ 4,0	+ 0,1	— 1,6	— 2,3	— 0,8	— 2,4	— 0,7	— 1,5
12	+ 0,1	1,7	+ 1,0	0,8	+ 0,9	+ 2,7	+ 1,8	+ 0,9	— 0,9	+ 0,1	0,0	— 0,8	+ 1,0	+ 0,1
13	— 3,2	4,2	— 3,6	3,7	— 0,4	+ 0,6	+ 0,1	+ 6,0	+ 1,9	+ 3,1	+ 4,0	— 2,9	+ 1,2	— 0,9
14	— 8,4	6,0	— 7,0	7,2	+ 1,4	— 1,0	+ 0,2	+ 0,9	— 0,5	— 1,0	+ 0,2	— 1,9	— 0,5	— 1,2
15	— 6,7	7,3	— 8,5	7,0	— 1,8	— 1,2	— 1,5	+ 0,1	— 0,4	— 0,9	— 0,2	— 1,0	— 0,5	— 0,7
16	— 4,7	7,1	— 4,8	5,9	— 0,1	+ 2,3	+ 1,1	+ 7,4	0,0	+ 6,2	+ 3,7	— 1,2	+ 6,2	+ 2,5
17	— 8,8	8,6	— 5,8	8,7	+ 3,0	+ 2,8	+ 2,9	+12,6	+ 3,6	+ 8,7	+ 8,1	— 3,9	+ 5,1	+ 0,6
18	— 7,7	6,2	— 6,5	6,9	+ 1,2	— 0,3	+ 0,4	+ 0,7	+ 4,4	+ 4,3	+ 2,5	+ 3,6	— 0,1	+ 1,8
19	— 1,0	4,4	— 1,9	2,7	— 0,9	+ 2,5	+ 0,8	0,0	— 2,9	— 1,6	— 1,4	— 1,6	+ 1,3	— 0,2
20	— 2,3	3,6	— 2,9	3,0	— 0,6	+ 0,7	+ 0,1	+ 2,6	+ 0,3	+ 2,8	+ 1,4	+ 0,2	+ 2,5	+ 1,4
21	— 3,2	4,7	— 3,2	3,9	0,0	+ 1,5	+ 0,7	+ 9,9	+ 6,6	+ 9,3	+ 8,3	— 0,6	+ 2,7	+ 1,0
22	— 3,8	5,2	— 4,2	4,5	— 0,4	+ 1,0	+ 0,3	— 3,8	+ 0,4	+ 2,0	— 1,7	+ 5,8	+ 1,6	+ 3,7
23	— 7,9	6,7	— 5,0	7,3	+ 2,9	+ 1,7	+ 2,3	— 0,1	0,0	+ 1,8	0,0	+ 1,9	+ 1,8	+ 1,8
24	— 3,8	5,5	— 4,7	4,6	— 0,9	+ 0,8	— 0,1	— 2,7	+ 0,8	— 0,9	— 1,0	+ 1,8	— 1,7	+ 0,1
25	— 4,9	6,8	— 6,5	5,8	— 1,6	+ 0,3	— 0,7	— 0,4	+ 1,2	+ 0,6	+ 0,4	+ 1,0	— 0,6	+ 0,2
26	— 5,9	7,0	— 6,0	6,4	— 0,1	+ 1,0	+ 0,4	— 2,1	+ 2,3	+ 0,7	+ 0,1	+ 2,8	— 1,6	+ 0,6
27	— 7,3	8,2	— 6,9	7,8	+ 0,4	+ 1,3	+ 0,9	— 0,5	+ 1,6	— 0,2	+ 0,5	+ 0,3	— 1,8	— 0,7
28	—10,3	9,9	— 8,5	10,1	+ 1,8	+ 1,4	+ 1,6	+ 2,0	+ 2,7	+ 5,2	+ 2,3	+ 3,2	+ 2,5	+ 2,9
29	— 5,4	6,9	— 6,8	6,2	— 1,4	+ 0,1	— 0,6							
30	— 2,1	2,3	— 3,5	2,2	— 1,4	— 1,2	— 1,3							
31	— 3,0	2,4	— 0,8	2,7	+ 2,2	+ 1,6	+ 1,9							
Moy..					± 1,29	± 1,65	± 1,23					± 2,13	± 1,76	± 1,31

	MARS 1885							AVRIL 1885						
DATE	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 1,0	+ 2,4	+ 3,0	+ 1,7	+ 2,0	+ 0,6	+ 1,3	+ 4,4	+ 3,4	+ 1,3	+ 3,9	— 3,1	— 2,1	— 2,6
2	+ 5,1	+ 2,4	+ 5,8	+ 3,8	+ 0,7	+ 3,4	+ 2,0	+ 2,8	+ 3,3	6,0	+ 3,1	+ 3,2	+ 2,7	+ 2,9
3	+ 3,7	+ 0,5	+ 1,5	+ 2,1	— 2,2	+ 1,0	— 0,6	+ 5,6	+ 6,1	4,4	+ 5,9	— 1,2	— 1,7	— 1,5
4	+ 5,4	+ 2,3	+ 6,0	+ 3,8	+ 0,6	+ 3,7	+ 2,2	+ 4,8	+ 3,8	3,2	+ 4,3	— 1,6	— 0,6	— 1,1
5	+10,5	+ 3,7	+ 8,0	+ 7,1	— 2,5	+ 4,3	+ 0,9	+ 4,6	+ 4,0	6,5	+ 4,3	+ 1,9	+ 2,5	+ 2,2
6	+ 8,1	+ 7,0	+ 9,7	+ 7,6	+ 1,6	+ 2,7	+ 2,1	+ 2,2	+ 3,4	3,2	+ 2,8	+ 1,0	— 0,2	+ 0,4
7	+ 2,1	+ 2,8	+ 6,1	+ 2,4	+ 4,0	+ 3,3	+ 3,7	+ 1,2	+ 2,0	1,7	+ 1,6	+ 0,5	— 0,3	+ 0,1
8	0,0	+ 4,2	+ 0,7	+ 2,1	+ 0,7	— 3,5	— 1,4	+ 3,0	+ 0,5	1,5	+ 1,7	— 1,5	+ 1,0	— 0,2
9	+ 9,1	+ 4,9	+ 7,2	+ 7,0	— 1,9	+ 2,3	+ 0,2	+ 2,4	— 0,4	3,4	+ 1,0	+ 1,0	+ 3,8	+ 2,4
10	+ 9,9	+ 5,8	+ 7,7	+ 7,8	— 2,2	+ 1,9	— 0,1	+ 1,9	+ 2,1	3,1	+ 2,0	+ 1,2	+ 1,0	+ 1,1
11	— 5,2	— 1,1	+ 1,0	— 3,2	+ 6,2	+ 2,1	+ 4,2	— 1,3	0,0	0,4	— 0,6	+ 1,7	+ 0,4	+ 1,0
12	+ 2,6	— 2,1	+ 1,2	+ 0,3	— 1,4	+ 3,3	+ 0,9	+ 4,7	+ 0,6	4,3	+ 2,6	— 0,4	+ 3,7	+ 1,7
13	+ 1,9	— 4,1	+ 2,0	— 1,1	+ 0,1	+ 6,1	+ 3,1	+ 3,1	+ 3,8	2,4	+ 3,4	— 0,6	— 1,4	— 1,0
14	+ 2,0	— 2,1	+ 1,4	— 0,1	— 0,6	+ 3,5	+ 1,5	+ 3,7	+ 3,0	0,9	+ 3,4	— 2,8	— 2,1	— 2,5
15	+ 3,9	— 4,4	+ 1,3	— 0,2	— 2,6	+ 5,7	+ 1,5	+ 7,0	+ 6,0	6,0	+ 6,5	— 1,0	0,0	— 0,5
16	+ 0,9	— 1,7	— 1,3	— 0,4	— 2,2	+ 0,4	— 0,9	+ 6,4	+ 6,0	5,9	+ 6,2	— 0,5	— 0,1	— 0,3
17	— 0,8	+ 1,8	— 0,8	+ 0,5	0,0	— 2,6	— 1,3	+ 7,5	+ 5,5	6,5	+ 6,5	— 1,0	+ 1,0	0,0
18	+ 0,6	+ 0,1	+ 4,3	+ 0,4	+ 3,7	+ 4,2	+ 3,9	+ 5,8	+ 6,5	6,4	+ 6,2	+ 0,6	— 0,1	+ 0,2
19	+ 2,9	+ 4,8	+ 3,6	+ 3,9	+ 0,7	— 1,2	— 0,3	+11,6	+ 6,5	7,7	+ 9,1	— 3,9	+ 1,2	— 1,4
20	+ 2,5	+ 1,9	+ 2,7	+ 2,2	+ 0,2	+ 0,8	+ 0,5	+ 7,7	+ 4,1	6,2	+ 5,9	— 1,5	+ 2,1	+ 0,3
21	+ 1,4	+ 2,2	+ 2,4	+ 1,8	+ 1,0	+ 0,2	+ 0,6	+ 6,0	+ 7,2	6,7	+ 6,6	— 0,7	— 0,5	+ 0,1
22	+ 3,9	+ 0,7	+ 5,4	+ 2,3	+ 1,5	+ 4,7	+ 3,1	+ 7,9	+ 6,8	8,1	+ 7,3	— 0,2	+ 1,3	+ 0,8
23	+ 0,8	+ 0,2	+ 2,1	+ 0,5	+ 1,3	+ 1,9	+ 1,6	+ 9,6	+ 5,8	9,2	+ 7,7	— 0,4	+ 3,4	+ 1,5
24	+ 4,3	— 5,2	— 0,2	— 0,4	— 4,5	+ 5,0	+ 0,2	+ 5,1	+ 5,2	6,2	+ 5,2	+ 1,1	+ 1,0	+ 1,0
25	— 6,5	— 1,7	— 3,5	— 4,1	+ 3,0	— 1,8	+ 0,6	+ 9,7	+ 6,4	12,5	+ 8,0	+ 2,8	+ 6,1	+ 4,5
26	— 0,8	— 3,6	— 0,8	— 2,2	0,0	+ 2,8	+ 1,4	+13,4	+ 6,0	7,8	+ 9,7	— 5,6	+ 1,8	— 1,9
27	— 0,9	— 1,4	+ 0,9	— 1,1	+ 1,8	+ 2,3	+ 2,0	+ 4,3	+ 8,7	8,9	+ 6,5	+ 4,6	+ 0,2	+ 2,4
28	— 0,2	+ 1,3	+ 1,8	+ 0,6	+ 2,0	+ 0,5	+ 1,2	+ 3,2	+ 6,0	6,0	+ 4,6	+ 2,8	0,0	+ 1,4
29	+ 3,5	+ 1,1	+ 4,7	+ 2,3	+ 1,2	+ 3,6	+ 2,4	+ 6,4	+ 6,5	6,4	+ 6,5	0,0	— 0,1	— 0,1
30	+ 3,2	+ 2,5	+ 3,2	+ 2,9	0,0	+ 0,7	+ 0,3	+ 6,5	+ 7,4	8,0	+ 7,0	+ 1,5	+ 0,6	+ 1,0
31	+ 3,4	+ 1,5	0,0	+ 2,4	— 3,4	— 1,5	— 2,4							
Moy..					± 1,80	± 2,63	± 1,56					± 1,66	± 1,43	± 1,27

DATE	MAI 1885 m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu	JUIN 1885 m_1	m_2	Minimum observé	Minimum prévu	Min. obs. —m_1	Min. obs. —m_2	Minim. obs. —Min. prévu
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1	+ 6,6	+ 5,9	+ 7,2	+ 6,3	+ 0,6	+ 1,3	+ 0,9	+12,0	+10,6	+13,4	+11,3	+ 1,4	+ 2,8	+ 2,1
2	7,0	6,3	8,2	6,6	+ 1,2	+ 1,9	+ 1,6	10,1	8,5	10,2	9,3	+ 0,1	+ 1,7	+ 0,9
3	6,6	7,1	7,7	6,9	+ 1,1	+ 0,6	+ 0,8	10,6	7,2	9,5	8,9	— 1,1	+ 2,3	+ 0,6
4	4,9	4,9	5,2	4,9	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,3	11,8	10,5	9,2	11,1	— 2,6	— 1,3	— 1,9
5	6,3	7,5	5,2	6,9	— 1,1	— 2,3	— 1,7	15,4	13,1	12,1	14,3	— 3,3	— 1,0	— 2,2
6	4,7	3,7	4,2	4,2	— 0,5	— 0,5	0,0	14,3	13,3	12,2	13,8	— 2,1	— 1,1	— 1,6
7	7,6	8,0	8,0	7,8	+ 0,4	0,0	+ 0,2	14,8	12,7	13,0	13,7	— 1,8	+ 0,3	— 0,7
8	5,9	5,5	8,2	5,7	+ 2,3	+ 2,7	+ 2,5	13,4	12,0	11,9	12,7	— 1,5	— 0,1	— 0,8
9	1,8	4,7	4,9	3,3	+ 3,1	+ 0,2	+ 1,6	14,7	12,8	12,5	13,8	— 2,2	— 0,3	— 1,3
10	2,0	4,8	2,2	3,4	+ 0,2	— 2,6	— 1,2	12,9	12,8	12,7	12,8	— 0,2	— 0,1	— 0,1
11	6,7	3,4	7,4	5,0	+ 0,7	— 4,0	+ 2,4	13,9	12,7	11,3	13,3	— 2,6	— 1,4	— 2,0
12	1,0	3,2	3,5	2,1	+ 2,5	+ 0,3	+ 1,4	9,8	7,5	9,5	8,6	— 0,3	+ 2,0	+ 0,9
13	8,3	1,2	5,3	4,7	— 3,0	+ 4,1	+ 0,6	13,6	11,2	9,5	12,4	— 4,1	— 1,7	— 2,9
14	6,0	7,8	7,5	6,9	+ 1,5	— 0,3	+ 0,6	14,2	13,4	12,6	13,8	— 1,6	— 0,8	— 1,2
15	1,2	3,2	3,7	2,2	+ 2,5	+ 0,5	+ 1,5	12,3	13,2	14,0	12,8	+ 1,7	+ 0,8	+ 1,2
16	1,7	2,7	0,8	2,2	— 0,9	— 1,9	— 1,4	17,1	14,0	15,0	15,6	— 2,1	+ 1,0	— 0,6
17	6,9	3,6	7,2	5,3	+ 0,3	+ 3,6	+ 1,9	11,9	16,6	15,2	14,3	+ 3,3	— 1,4	+ 0,9
18	3,1	5,7	5,4	4,4	+ 2,3	— 0,3	+ 1,0	11,7	15,8	15,8	13,8	+ 4,1	0,0	+ 2,0
19	2,7	3,4	3,0	3,1	+ 0,3	— 0,4	— 0,1	10,5	13,1	11,2	11,8	+ 0,7	— 1,9	— 0,6
20	2,9	3,0	3,5	3,0	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,5	13,6	10,0	11,4	11,8	— 2,2	+ 1,4	— 0,4
21	7,9	6,6	8,8	7,2	+ 0,9	+ 2,2	+ 1,6	13,2	11,6	13,8	12,4	+ 0,6	+ 2,2	+ 1,4
22	7,1	4,5	7,8	5,8	+ 0,7	+ 3,3	+ 2,0	2,7	7,8	5,9	5,2	+ 3,2	— 1,9	+ 0,7
23	10,3	6,5	11,0	8,4	+ 0,7	+ 4,5	+ 2,6	10,3	5,7	6,2	8,0	— 4,1	+ 0,5	— 1,8
24	6,5	7,7	4,9	7,1	— 1,6	— 2,8	— 2,2	12,8	8,5	9,5	10,7	— 3,3	+ 1,0	— 1,2
25	5,5	7,2	4,9	6,4	— 0,6	— 2,3	— 1,5	11,9	13,5	12,2	12,7	+ 0,3	— 1,3	— 0,5
26	10,4	7,3	10,0	8,9	— 0,4	+ 2,7	+ 1,1	16,2	12,4	14,6	14,3	— 1,6	+ 2,2	+ 0,3
27	10,8	10,1	9,0	10,5	— 1,8	— 1,1	— 1,5	10,4	14,5	13,4	12,5	+ 3,0	— 1,1	+ 0,9
28	8,9	12,0	9,9	10,4	+ 1,0	— 2,1	— 0,5	17,8	17,0	15,8	17,4	— 2,0	— 1,2	— 1,6
29	14,4	12,9	13,8	13,6	— 0,6	+ 0,9	+ 0,2	10,6	14,7	14,5	12,7	+ 3,9	— 0,2	+ 1,8
30	15,4	10,7	13,3	13,1	— 2,1	+ 2,6	+ 0,2	11,5	14,9	14,2	13,2	+ 2,7	— 0,7	+ 1,0
31	12,1	13,1	13,1	12,6	+ 1,0	0,0	+ 0,5							
Moy..					± 1,19	± 1,70	± 1,46					± 2,12	± 1,19	± 1,20

On voit par ces tableaux que les résultats fournis par les deux méthodes sont à peu près équivalents, la première donnant toutefois des résultats un peu meilleurs que l'autre ; et surtout que la demi-somme des deux méthodes donne presque toujours des résultats meilleurs que l'une ou l'autre. Les écarts extrêmes fournis par les deux méthodes peuvent atteindre parfois un chiffre assez considérable ; la moyenne des deux fournit au contraire d'excellents résultats, comme on pourra en juger par le tableau suivant. Nous avons groupé les écarts en 4 catégories : ceux compris entre 0° et 1°, entre 1° et 2°, entre 2° et 3° et enfin ceux qui sont supérieurs à 3°. Voici les résultats obtenus :

Écarts entre le minimum prévu et le minimum observé.

ÉPOQUE	1882				1883				1884				1885			
	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Compris entre 2° et 3°	Supérieurs à 3°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Compris entre 2° et 3°	Supérieurs à 3°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Compris entre 2° et 3°	Supérieurs à 3°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Compris entre 2° et 3°	Supérieurs à 3°
Janvier......	20	7	3	1	19	4	6	2	11	10	4	6	18	7	3	3
Février......	11	10	4	3	12	10	5	1	13	12	2	2	13	10	3	2
Mars.........	13	6	9	3	17	8	4	2	10	14	1	6	12	10	4	5
Avril	13	12	3	2	10	14	4	2	19	7	4	0	15	8	6	1
Mai..........	11	9	8	3	16	12	3	0	14	12	4	1	14	13	4	0
Juin.........	14	12	4	0	15	12	3	0	16	10	4	0	15	12	3	0
Juillet.......	14	12	3	2	15	10	6	0	16	7	8	0				
Août..	11	11	8	1	16	11	3	1	17	10	3	1				
Septembre...	9	12	9	0	13	15	1	1	12	14	4	0				
Octobre.....	15	12	3	1	15	10	2	4	12	9	7	3				
Novembre...	13	8	5	4	18	6	3	3	14	9	5	2				
Décembre...	18	10	2	1	18	8	3	2	17	5	4	5				
Année......	162	121	61	21	184	120	43	18	171	119	50	26				
Pour cent...	44	33	17	6	50	33	12	5	47	33	14	7				

On voit que le minimum prévu ne diffère pas de 1° du minimum observé dans 47 °/₀ des cas ; 80 fois sur 100 il n'en diffère pas de 2° ; 94 fois sur 100 il ne s'en écarte pas de 3° et enfin l'écart ne dépasse 3° que 6 fois sur 100. Ce dernier cas se produit surtout dans les mois de octobre à mars, mois pour lesquels le minimum de nuit n'a pas grande importance pour les agriculteurs. Si nous considérons seulement les mois d'avril et mai, qui sont les plus importants, les 4 années 1882 à 1885 nous fournissent les résultats suivants :

	Écarts compris entre			Écarts supérieurs
Moyennes.	0° et 1°	1° et 2°	2° et 3°	à 3°
Avril.........	14	10	4	1
Mai..........	14	11	5	1

En moyenne l'écart ne dépasse pas 3° qu'une seule fois pour chacun de ces deux mois, tandis que 25 fois par mois l'écart est inférieur à 2°. Ce résultat montre de quelle haute importance les observations thermométriques et psychrométriques sont pour l'agriculteur, qui pourra faire sa prévision du minimum lui-même et avec beaucoup plus de sûreté qu'un observatoire météorologique situé à grande distance de sa demeure.

Les tableaux suivants donnent le nombre des écarts positifs et négatifs, les écarts moyens dont diffère le minimum prévu du minimum observé, les écarts extrêmes négatifs et positifs pour chaque mois et enfin les écarts absolus. On voit que le nombre des écarts positifs dépasse de beaucoup ceux des écarts négatifs et que les écarts absolus sont presque tous positifs. C'est encore un avantage de la méthode indiquée, puisque généralement le minimum prévu sera inférieur au minimum vrai. On voit aussi que le plus fort écart négatif pour les mois d'avril et de mai est de — 3°,2 et ne dépasse donc la limite de 3° que d'une quantité très faible.

ÉPOQUE	1882						1883					
	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes		Écarts absolus.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes		Écarts absolus.
				négatifs.	positifs.					négatifs.	positifs.	
Janvier......	9	21	± 1°,02	— 1°,5	+ 4°,1	+ 0°,57	4	27	± 1°,49	— 0°,7	+ 6°,5	+ 1°,37
Février	7	20	1,60	1,4	5,8	1,27	7	20	1,32	1,8	3,3	+ 1,01
Mars........	16	15	1,61	2,4	3,8	0,42	3	27	1,26	0,9	3,3	+ 1,13
Avril........	12	18	1,31	2,0	3,9	0,64	8	22	1,49	2,1	3,2	+ 0,95
Mai.........	11	19	1,62	3,2	3,4	0,48	16	14	1,11	2,5	2,8	+ 0,12
Juin........	7	21	1,20	2,0	3,0	0,82	11	18	1,14	1,8	2,8	+ 0,41
Juillet	11	19	1,35	4,4	3,3	0,28	7	23	1,26	1,1	3,0	+ 0,97
Août........	9	22	1,61	1,7	5,4	0,95	18	11	1,21	2,6	3,4	— 0,40
Septembre ..	3	26	1,42	2,2	2,8	1,11	11	16	1,12	2,0	3,9	+ 0,38
Octobre.....	4	27	1,21	1,2	3,4	1,04	14	17	1,42	3,2	4,2	+ 0,43
Novembre...	9	21	1,57	3,4	4,5	0,92	9	19	1,26	1,6	5,1	+ 0,84
Décembre...	8	23	1,10	1,5	4,7	0,62	6	25	1,30	3,8	3,3	+ 0,81
Année......	106	252	± 1,38	— 4,4 le 15 juillet	+ 5,8 le 2 février	+ 0,76	114	239	± 1,28	— 3,8 le 25 déc.	+ 6,5 le 3 janvier	+ 0,67

L'écart a été nul le 17 janvier, le 18 février, le 11 mai, les 18 et 27 juin, le 30 juillet, le 3 septembre.

L'écart a été nul le 22 février, 11 mars, 24 mai, 3 juin, 26 juillet, 16 et 31 août, 14, 19 et 25 septembre, 16 et 18 novembre.

	1884						1885					
ÉPOQUE	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes		Écarts absolus.	Écarts négatifs.	Écarts positifs.	Écarts moyens.	Écarts extrêmes		Écarts absolus.
				négatifs.	positifs.					négatifs.	positifs.	
Janvier	6	23	± 1°,85	— 2°,5	+ 6°,9	+ 1°,51	6	24	± 1°,23	— 3°,6	+ 4°,0	+ 0°,73
Février	5	22	1,36	0,9	5,3	+ 1,03	9	19	1,31	1,5	3,7	+ 0,71
Mars	17	14	1,69	3,1	4,5	+ 0,27	7	24	1,56	2,4	4,2	+ 1,11
Avril	13	13	0,97	1,8	2,9	+ 0,24	11	18	1,27	2,6	4,5	+ 0,40
Mai	15	15	1,20	3,1	2,6	+ 0,13	8	22	1,16	2,2	2,6	+ 0,51
Juin	12	17	1,10	2,0	2,7	+ 0,34	17	13	1,20	2,9	2,1	— 0,22
Juillet	11	18	1,17	2,5	2,9	+ 0,44						
Août	16	13	1,09	3,4	2,7	— 0,26						
Septembre . . .	11	18	1,22	2,6	2,8	+ 0,26						
Octobre	14	17	1,55	3,0	3,6	+ 0,42						
Novembre . . .	7	22	1,30	4,0	3,5	+ 0,64						
Décembre . . .	10	21	1,58	5,1	5,3	+ 0,81						
Année	137	213	± 1,34	— 5,1 le 10 déc.	+ 6,9 le 24 janv.	+ 0,48						

L'écart a été nul les 10 et 17 janvier, 9 et 24 février, 9, 18, 22 et 28 avril, 29 mai, 9 et 13 juillet, 18 et 21 août, 14 septembre, 23 novembre.

L'écart a été nul le 4 janvier, 17 avril, 6 mai.

Table destinée à calcul…

(La température de la bou…

	$t_1 - t_2$												
t_2	0°,2	0°,4	0°,6	0°,8	1°,0	1°,2	1°,4	1°,6	1°,8	2°,0	2°,2	2°,4	2°,6
0°,0	- 0°,3	- 0°,6	- 1°,0	- 1°,4	- 1°,8	- 2°,1	- 2°,5	- 2°,9	- 3°,3	- 3°,7	- 4°,1	- 4°,5	- 5°,0
+ 0,5	+ 0,2	- 0,1	- 0,5	- 0,8	- 1,2	- 1,5	- 1,9	- 2,3	- 2,7	- 3,1	- 3,5	- 3,9	- 4,3
1,0	+ 0,7	+ 0,4	0,0	- 0,3	- 0,7	- 1,0	- 1,4	- 1,8	- 2,1	- 2,5	- 2,9	- 3,3	- 3,7
1,5	+ 1,2	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,2	- 0,1	- 0,4	- 0,8	- 1,2	- 1,6	- 1,9	- 2,3	- 2,7	- 3,1
+ 2,0	+ 1,7	+ 1,4	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,4	+ 0,1	- 0,2	- 0,6	- 1,0	- 1,3	- 1,7	- 2,1	- 2,5
2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	0,9	0,6	+ 0,3	- 0,1	- 0,4	- 0,7	- 1,0	- 1,4	- 1,8
3,0	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	+ 0,9	+ 0,5	+ 0,2	- 0,2	- 0,5	- 0,8	- 1,2
3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	+ 1,4	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,4	+ 0,1	- 0,2	- 0,5
+ 4,0	+ 3,7	+ 3,5	+ 3,2	+ 2,9	+ 2,6	+ 2,3	+ 2,0	+ 1,7	+ 1,4	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,1
4,5	4,2	3,9	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,7
5,0	4,7	4,5	4,2	3,9	3,6	3,3	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3
5,5	5,3	5,0	4,7	4,5	4,2	3,9	3,6	3,3	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9
+ 6,0	+ 5,8	+ 5,6	+ 5,3	+ 5,0	+ 4,7	+ 4,4	+ 4,1	+ 3,9	+ 3,7	+ 3,4	+ 3,1	+ 2,8	+ 2,5
6,5	6,3	6,1	5,8	5,5	5,3	5,0	4,7	4,5	4,2	4,0	3,7	3,4	3,1
7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,8	5,6	5,3	5,1	4,8	4,6	4,4	4,1	3,8
7,5	7,3	7,1	6,8	6,6	6,4	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,7	4,4
+ 8,0	+ 7,8	+ 7,6	+ 7,4	+ 7,1	+ 6,9	+ 6,6	+ 6,4	+ 6,2	+ 5,9	+ 5,7	+ 5,5	+ 5,3	+ 5,0
8,5	8,3	8,1	7,9	7,7	7,4	7,2	6,9	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,6
9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5	6,2
9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,7
+10,0	+ 9,8	+ 9,6	+ 9,4	+ 9,2	+ 9,0	+ 8,8	+ 8,6	+ 8,4	+ 8,2	+ 8,0	+ 7,8	+ 7,6	+ 7,3
10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9
11,0	10,8	10,6	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5
11,5	11,3	11,2	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1
+12,0	+11,8	+11,6	+11,5	+11,3	+11,1	+10,9	+10,8	+10,6	+10,4	+10,2	+10,0	+ 9,8	+ 9,6
12,5	12,3	12,1	12,0	11,8	11,6	11,5	11,3	11,1	10,9	10,8	10,6	10,4	10,2
13,0	12,8	12,7	12,5	12,3	12,2	12,0	11,8	11,6	11,5	11,3	11,2	11,0	10,8
13,5	13,3	13,2	13,0	12,8	12,7	12,6	12,4	12,2	12,0	11,9	11,8	11,6	11,4
+14,0	+13,9	+13,7	+13,5	+13,3	+13,2	+13,1	+12,9	+12,7	+12,6	+12,4	+12,3	+12,1	+11,9
14,5	14,4	14,2	14,0	13,9	13,7	13,6	13,5	13,3	13,1	13,0	12,9	12,7	12,5
15,0	14,9	14,8	14,6	14,4	14,3	14,2	14,0	13,8	13,7	13,5	13,4	13,3	13,1
15,5	15,4	15,2	15,1	15,0	14,8	14,7	14,5	14,3	14,2	14,1	14,0	13,9	13,7
+16,0	+15,9	+15,8	+15,6	+15,5	+15,3	+15,2	+15,1	+14,9	+14,7	+14,6	+14,5	+14,4	+14,2
16,5	16,4	16,3	16,1	15,9	15,8	15,7	15,6	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,8
17,0	16,9	16,7	16,6	16,4	16,3	16,2	16,1	15,9	15,8	15,7	15,6	15,5	15,3

Ces chiffres sont calculés pour…

illée est supérieure à 0°)

	$t_1 - t_2$														
	3°,2	3°,4	3°,6	3°,8	4°,0	4°,2	4°,4	4°,6	4°,8	5°,0	5°,2	5°,4	5°,6	5°,8	6°,0
0	– 6°,5	– 7°,0	– 7°,6	– 8°,2	– 8°,8	– 9°,4	–10°,0	–10°,7	–11°,4	–12°,1	–12°,9	–13°,8	–14°,8	–15°,9	–17°,0
3	– 5,8	– 6,3	– 6,8	– 7,3	– 7,9	– 8,5	– 9,1	– 9,7	–10,4	–11,1	–11,9	–12,7	–13,5	–14,4	–15,3
6	– 5,1	– 5,6	– 6,1	– 6,6	– 7,1	– 7,7	– 8,3	– 8,9	– 9,5	–10,1	–10,8	–11,5	–12,3	–13,1	–13,9
9	– 4,3	– 4,8	– 5,3	– 5,8	– 6,3	– 6,8	– 7,3	– 7,9	– 8,5	– 9,1	– 9,7	–10,4	–11,1	–11,8	–12,5
3	– 3,7	– 4,1	– 4,5	– 5,0	– 5,5	– 6,0	– 6,5	– 7,0	– 7,5	– 8,1	– 8,7	– 9,3	– 9,9	–10,6	–11,3
6	– 3,0	– 3,4	– 3,8	– 4,3	– 4,8	– 5,2	– 5,7	– 6,2	– 6,7	– 7,2	– 7,8	– 8,4	– 9,0	– 9,6	–10,2
0	– 2,4	– 2,8	– 3,2	– 3,6	– 4 0	– 4,4	– 4,8	– 5,3	– 5,8	– 6,3	– 6,8	– 7,3	– 7,9	– 8,5	– 9,1
3	– 1,7	– 2,1	– 2,5	– 2,9	– 3 3	– 3,7	– 4,1	– 4,5	– 4,9	– 5,4	– 5,9	– 6,4	– 6,9	– 7,4	– 8,0
7	– 1,0	– 1,4	– 1,8	– 2,2	– 2,6	– 3,0	– 3,4	– 3,8	– 4,2	– 4,6	– 5,0	– 5,5	– 6,0	– 6,5	– 7,0
0	– 0,3	– 0,6	– 1,0	– 1,4	– 1,8	– 2,2	– 2,6	– 3,0	– 3,4	– 3,8	– 4,2	– 4,6	– 5,1	– 5,6	– 6,1
6	+ 0,3	0,0	– 0,3	– 0,7	– 1,1	– 1,4	– 1,8	– 2,2	– 2,6	– 3,0	– 3,4	– 3,8	– 4,2	– 4,7	– 5,2
2	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	0,0	– 0,4	– 0,7	– 1,0	– 1,4	– 1,8	– 2,2	– 2,6	– 3,0	– 3,4	– 3,8	– 4,3
9	+ 1,6	+ 1,3	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,3	0,0	– 0,3	– 0,7	– 1,1	– 1,5	– 1,8	– 2,2	– 2,6	– 3,0	– 3,4
5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	+ 0,7	+ 0,4	+ 0,1	– 0,3	– 0,7	– 1,0	– 1,4	– 1,8	– 2,2	– 2,6
2	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,4	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,4	0,0	– 0,3	– 0,6	– 1,0	– 1,4	– 1,8
8	3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	2,0	+ 1,7	+ 1,4	+ 1,1	+ 0,8	+ 0,5	+ 0,2	– 0,1	– 0,5	– 0,9
4	+ 4,2	+ 3,9	+ 3,6	+ 3,3	+ 3,0	+ 2,7	+ 2,4	+ 2,1	+ 1,8	+ 1,5	+ 1,2	+ 0,9	+ 0,6	+ 0,3	– 0,1
0	4,8	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	+ 0,7
6	5,4	5,2	4,9	4,6	4,3	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,7	2,4	2,1	1,8	+ 1,5
3	6,1	5,9	5,6	5,3	-5,0	4,8	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	+ 2,2
8	+ 6,6	+ 6,4	+ 6,2	+ 5,9	+ 5,6	+ 5,4	+ 5,2	+ 5,0	+ 4,7	+ 4,4	+ 4,2	+ 3,9	+ 3,6	+ 3,3	+ 3,0
4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,4	5,1	4,9	4,7	4,4	4,1	3,8
0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6	6,4	6,1	5,8	5,6	5,4	5,1	4,8	4,5
6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8	5,5	5,2
2	+ 9,0	+ 8,8	+ 8,6	+ 8,4	+ 8,2	+ 8,0	+ 7,8	+ 7,6	+ 7,4	+ 7,1	+ 6,9	+ 6,7	+ 6,5	+ 6,3	+ 6,0
8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,7
4	10,2	10,0	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,3
0	10,9	10,7	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,0
5	+11,4	11,3	+11,1	+10,9	+10,7	+10,5	+10,3	+10,1	+ 9,9	+ 9,7	+ 9,5	+ 9,3	+ 9,1	+ 8,9	+ 8,7
1	12,0	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1	10,9	10,7	10,5	10,3	10,2	10,0	9,8	9,6	9,4
7	12,6	12,5	12,3	12,1	11,9	11,8	11,6	11,4	11,2	11,0	10,9	10,7	10,5	10,3	10,1
3	13,2	13,1	12,9	12,7	12,5	12,4	12,2	12,0	11,8	11,6	11,5	11,3	11,1	10,9	10,7
8	+13,7	+13,6	+13,5	+13,3	+13,1	+13,0	+12,8	+12,6	+12,4	+12,2	+12,1	+12,0	+11,8	+11,6	+11,4
4	14,3	14,2	14,0	13,8	13,6	13,5	13,4	13,2	13,0	12,8	12,7	12,6	12,4	12,2	12,0
9	14,8	14,7	14,6	14,4	14,2	14,1	14,0	13,8	13,6	13,4	13,3	13,2	13,0	12,8	12,6

teur barométrique de 727mm.

Table destinée à calculer le point de rosée.

(La température de la boule mouillée est inférieure à 0°.)

t_2	$t_1 - t_2$ 0°,2	0°,4	0°,6	0°,8	1°,0	1°,2	1°,4	1°,6	1°,8	2°,0	2°,2	2°,4	2°,6	2°,8	3°,0	3°,2	3°,4	3°,6	3°,8	4°,0	4°,2	4°,4	4°,6	4°,8	5°,0
0°,0	− 0°,3	− 0°,6	− 0°,9	− 1°,2	− 1°,6	− 1°,9	− 2°,2	− 2°,5	− 2°,9	− 3°,3	− 3°,6	− 4°,0	− 4°,4	− 4°,8	− 5°,2	− 5°,6	− 6°,0	− 6°,4	− 6°,9	− 7°,4	− 7°,9	− 8°,4	− 8°,9	− 9°,5	− 10°,1
− 0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,1	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	9,9	10,5	11,1
1,0	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,3	10,9	11,5	12,1
1,5	1,8	2,1	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,9	9,5	10,1	10,7	11,3	12,0	12,6	13,3
2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	7,1	7,6	8,1	8,7	9,3	9,9	10,5	11,1	11,8	12,5	13,2	13,9	14,6
2,5	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	8,9	9,5	10,1	10,7	11,4	12,1	12,9	13,6	14,4	15,2	16,0
3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,3	11,0	11,7	12,4	13,1	13,9	14,8	15,6	16,5	
3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,5	5,9	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,3	12,0	12,7	13,4	14,2	15,0	15,9	16,9		
4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,9	7,4	7,9	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,1	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	17,0			
4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	9,7	10,3	10,9	11,5	12,2	13,0	13,8	14,6	15,4	16,2					
5,0	5,4	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,2	9,8	10,4	11,1	11,8	12,5	13,2	14,0	14,8	15,6	16,4						
5,5	5,9	6,3	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,4	10,0	10,6	11,3	12,0	12,7	13,4	14,2	15,0	15,8	16,6							
6,0	6,5	6,9	7,4	7,9	8,4	8,9	9,5	10,1	10,7	11,3	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0	16,8								
6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	12,8	13,6	14,5	15,4	16,3										
7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,1	12,8	13,6	14,5	15,4	16,3											
7,5	8,0	8,5	9,0	9,6	10,2	10,8	11,5	12,2	12,9	13,6	14,4	15,2	16,1												
8,0	8,5	9,1	9,7	10,3	10,9	11,6	12,3	13,0	13,8	14,6	15,4	16,1													
8,5	9,0	9,6	10,2	10,8	11,5	12,2	13,0	13,8	14,6	15,4	16,1														
9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,1	12,8	13,6	14,4	15,2	16,0															
9,5	10,2	10,8	11,4	12,1	12,8	13,5	14,3	15,1	16,0																

Ces chiffres sont calculés pour une hauteur barométrique de 727mm.

En présence de ces résultats nous croyons que chaque village devrait posséder une petite station thermométrique se composant d'un psychromètre, et de deux thermomètres à maxima et à minima. Les lectures des thermomètres seraient faites régulièrement à 10 h. du soir et la lecture du minimum le matin. Un calcul de trois minutes suffirait pour indiquer avec une approximation suffisante le minimum probable de la nuit qui serait affiché sur la place publique chaque soir pendant les mois d'avril et mai. Aux agriculteurs alors de prendre leurs précautions et de préserver leurs récoltes soit par des feux produisant beaucoup de fumée, soit plus efficacement en couvrant les plantes par un moyen quelconque.

Pour que la détermination du minimum probable puisse être effectuée par chacun, j'ai calculé une table donnant directement le point de rosée, en connaissant les températures de la boule sèche et de la boule mouillée. Elle est calculée pour une hauteur barométrique égale à 727^{mm} et est à double entrée. Les lignes horizontales correspondent à la tempéture de la boule mouillée t_2 et les colonnes verticales à la différence de température entre la boule sèche et la boule mouillée. Le chiffre indiqué au croisement des lignes et des colonnes donne directement le point de rosée cherché. Pour plus de clarté je cite quelques exemples :

10^h s. Date.	Boule sèche.	Boule mouillée.	Point de rosée.
24 avril 1883..	+ 2,60	+ 0,90	— 2,0
11 mai 1883..	+ 5,60	+ 4,00	+ 1,7
11 avril 1884..	+ 3,75	+ 2,00	— 0,9
11 mai 1885..	+ 7,40	+ 5.60	+ 3,2
15 mai 1885..	+ 4,40	+ 2,70	+ 2,7

(Voyez les tableaux pages 44, 45 et 46.)

Une autre table donne les constantes (que je suppose locales) à soustraire du point de rosée pour obtenir le minimum de nuit probable ; depuis le 17 mars au 15 juillet la correction est nulle.

Le dernier tableau fournit pour tous les jours de l'année les facteurs par lesquels il faut multiplier la différence entre le maximum de la journée et la température de 10 h. du soir pour avoir la correction à retrancher de la température de 10 h. du soir et obtenir par l'autre méthode le minimum probable de la nuit.

On objectera peut-être que les circonstances locales sont un grand empêchement à la détermination du minimum de nuit ; nous avons vu en effet que les corrections à retrancher au point de rosée proviennent très probablement de la présence du lac. Mais pendant les mois d'avril et mai ces corrections sont nulles, et le seront à plus forte raison là où il n'existe pas de cause de perturbation. Quant aux coefficients, ils peuvent certainement être considérés comme les mêmes pour tout pays de plaine situé dans un rayon considérable autour de Genève. Ce coefficient variera avec la hauteur, et encore ne croyons-nous pas que sa variation soit bien grande.

Correction à soustraire du point de rosée pour obtenir le minimum de nuit probable.

Date	Janvier	Février	Mars	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	°	°	°		°	°	°	°	°
1	— 1,3	— 1,6	— 0,8	...	— 0,1	— 0,6	— 1,6	— 1,2	— 0,1
2	1,4	1,6	0,7	...	0,1	0,6	1,6	1,2	0,1
3	1,4	1,6	0,7	..	0,1	0,7	1,6	1,2	0,1
4	1,4	1,6	0,6	...	0,2	0,7	1,6	1,1	0,1
5	1,4	1,6	0,6	...	0,2	0,8	1,5	1,0	0,2
6	1,5	1,6	0,5	...	0,2	0,8	1,5	1,0	0,2
7	1,5	1,5	0,5	...	0,2	0,8	1,5	0,9	0,2
8	1,5	1,5	0,4	...	0,2	0,9	1,5	0,9	0,2
9	1,6	1,5	0,4	...	0,2	0,9	1,5	0,8	0,2
10	1,6	1,5	0,3	...	0,2	1,0	1,5	0,7	0,3
11	1,6	1,4	0,3	...	0,2	1,0	1,4	0,7	0,3
12	1,7	1,4	0,2	...	0,2	1,1	1,4	0,6	0,3
13	1,7	1,4	0,2	...	0,3	1,1	1,4	0,6	0,4
14	1,7	1,3	0,1	...	0,3	1,2	1,4	0,5	0,4
15	1,7	1,3	0,1	°	0,3	1,2	1,4	0,5	0,5
16	1,7	1,3	0,1	— 0,1	0,3	1,2	1,4	0,4	0,5
17	1,7	1,2	...	0,1	0,3	1,3	1,4	0,4	0,6
18	1,7	1,2	...	0,1	0,3	1,3	1,4	0,4	0,6
19	1,7	1,2	...	0,1	0,3	1,3	1,3	0,3	0,7
20	1,7	1,1	...	0,1	0,3	1,4	1,3	0,3	0,8
21	1,7	1,1	...	0,1	0,3	1,4	1,3	0,3	0,8
22	1,7	1,1	...	0,1	0,3	1,4	1,3	0,3	0,9
23	1,7	1,0	...	0,1	0,4	1,5	1,3	0,2	0,9
24	1,7	1,0	...	0,1	0,4	1,5	1,3	0,2	1,0
25	1,7	1,0	...	0,1	0,4	1,5	1,3	0,2	1,0
26	1,7	0,9	...	0,1	0,4	1,5	1,3	0,2	1,1
27	1,7	0,9	...	0,1	0,5	1,6	1,3	0,2	1,1
28	1,7	0,8	...	0,1	0,5	1,6	1,3	0,2	1,1
29	1,7		...	0,1	0,5	1,6	1,3	0,1	1,2
30	1,6		...	0,1	0,6	1,6	1,3	0,1	1,2
31	1,6		...	0,1	0,6		1,2		1,3

Les corrections sont nulles depuis le 17 mars jusqu'au 15 juillet.

Valeurs du coefficient *a* pour les différents jours de l'année.

Date	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1	0,730	0,700	0,666	0,701	0,655	0,592	0,620	0,649	0,603	0,556	0,594	0,669
2	0,732	0,697	0,667	0,701	0,653	0,591	0,622	0,648	0,602	0,555	0,596	0, 71
3	0,734	0,695	0,669	0,702	0,650	0,591	0,624	0,647	0,600	0,555	0,598	0,673
4	0,736	0,691	0,670	0,703	0,646	0,590	0,626	0,645	0,599	0,554	0,601	0,675
5	0,738	0,687	0,671	0,704	0,642	0,590	0,628	0,644	0,597	0,553	0,603	0,677
6	0,739	0,684	0,673	0,705	0,638	0,590	0,630	0,642	0,595	0,553	0,606	0,679
7	0,740	0,681	0,674	0,705	0,635	0,589	0,632	0,640	0,592	0,552	0,609	0,681
8	0,740	0,677	0,675	0,704	0,632	0,589	0,634	0,639	0,589	0,553	0,612	0,683
9	0,741	0,675	0,676	0,704	0,629	0,539	0,635	0,638	0,587	0,553	0,614	0,685
10	0,741	0,673	0,677	0,703	0,627	0,590	0,637	0,637	0,585	0,554	0,617	0,687
11	0,740	0,672	0,679	0,702	0,624	0,590	0,638	0,636	0,583	0,554	0,619	0,689
12	0,740	0,671	0,681	0,702	0,622	0,591	0,640	0,634	0,581	0,555	0,622	0,692
13	0,739	0,670	0,682	0,701	0,619	0,591	0,642	0,633	0,579	0,556	0,625	0,694
14	0,738	0,669	0,683	0,699	0,617	0,591	0,643	0,632	0,577	0,557	0,628	0,697
15	0,738	0,667	0,685	0,697	0,614	0,592	0,644	0,631	0,575	0,559	0,632	0,700
16	0,737	0,665	0,687	0,694	0,612	0,593	0,646	0,629	0,573	0,561	0,636	0,702
17	0,737	0,663	0,688	0,691	0,609	0,594	0,648	0,627	0,571	0,563	0,640	0,704
18	0,736	0,662	0,690	0,688	0,607	0,596	0,650	0,625	0,569	0,565	0,643	0,706
19	0,734	0,661	0,691	0,685	0,605	0,597	0,652	0,624	0,567	0,568	0,646	0,707
20	0,732	0,661	0,692	0,682	0,604	0,599	0,653	0,623	0,566	0,570	0,649	0,709
21	0,730	0,661	0,693	0,679	0,603	0,601	0,654	0,621	0,565	0,573	0,652	0,711
22	0,727	0,662	0,694	0,677	0,602	0,603	0,655	0,619	0,564	0,575	0,654	0,712
23	0,725	0,662	0,695	0,675	0,601	0,605	0,655	0,617	0,563	0,577	0,656	0,714
24	0,723	0,663	0,696	0,672	0,599	0,607	0,656	0,616	0,562	0,579	0,657	0,716
25	0,720	0,663	0,697	0,670	0,598	0,608	0,656	0,614	0,561	0,581	0,659	0,717
26	0,717	0,664	0,698	0,667	0,597	0,610	0,655	0,612	0,560	0,584	0,661	0,719
27	0,715	0,664	0,698	0,664	0,596	0,612	0,654	0,611	0,559	0,586	0,662	0,721
28	0,712	0,665	0,699	0,662	0,595	0,614	0,653	0,609	0,558	0,588	0,664	0,723
29	0,709		0,699	0,659	0,594	0,616	0,652	0,607	0,557	0,590	0,666	0,725
30	0,706		0,700	0,657	0,593	0,618	0,651	0,605	0,557	0,592	0,668	0,727
31	0,703		0,700		0,592		0,650	0,604		0,593		0,729

Les calculs pour le minimum prévu ont été faits sans tenir compte en aucune façon du temps; il va sans dire qu'en faisant entrer ce facteur en considération, on arriverait à une approximation encore meilleure, en accordant, suivant les circonstances, plus de poids à l'une des deux méthodes qu'à l'autre. Supposons, par exemple, un jour d'été très chaud ; le ciel a été clair jusque vers trois heures et la chaleur était accablante ; survient un orage accompagné d'une forte pluie, qui fait baisser considérablement la température, et le ciel reste couvert depuis 4 h. du soir. La température variera relativement peu depuis ce moment, et il est évident que la méthode qui emploie le maximum de la journée pour obtenir le minimum de nuit donnera une température beaucoup trop basse, tandis que celle indiquée par le point de rosée indiquera un minimum approché de celui qui se produira. Il faudra donc accorder un poids plus considérable à cette dernière méthode. Il y aura évidemment des cas où le contraire a lieu. Un travail ultérieur devra donc s'attacher à indiquer quelques règles simples, destinées à fournir des valeurs encore plus rapprochées de la vérité.

La méthode la plus simple qui se présente à l'esprit pour déterminer le minimum de nuit consisterait à retrancher de la température de 10 h. du soir une valeur fournie par la différence entre la température normale à cette heure et le minimum normal ; elle a été toutefois écartée dans le présent travail, car elle exige la connaissance exacte du climat de la localité. Les deux méthodes indiquées sont à peu près indépendantes de cette donnée et peuvent conséquemment être employées avec le même succès dans chaque endroit. Il est évident d'ailleurs, qu'en

tenant aussi compte de cette troisième méthode, l'exactitude sera augmentée. Elle pourra donc être ajoutée aux deux autres partout où se trouve un observatoire météorologique pour lequel les variations diurnes de la température soient connues, et qui ne soit pas trop éloigné de l'habitation de l'agriculteur.

Les valeurs normales de l'Observatoire de Genève suffiraient amplement pour tout le canton.

En terminant, et pour éviter toute équivoque, nous rappellerons aux agriculteurs que le minimum observé ne correspond pas à la température à laquelle s'abaissent les plantes pendant la nuit. La différence entre un thermomètre abrité et un thermomètre directement exposé au rayonnement nocturne varie suivant le terrain et le genre de plantes cultivées. On peut admettre que la température des plantes descend en moyenne de 1° à 2°, plus bas que ne l'indique un thermomètre à minima abrité. Si donc le minimum prévu est de 4°,5 ou au-dessous, les agriculteurs devront prendre leurs précautions; s'il est plus élevé, ils n'auront très probablement aucune gelée blanche à craindre.

Il est de toute évidence que les résultats obtenus ne pourront être garantis que si les thermomètres employés sont exacts, ou du moins si leurs corrections sont connues; or ce n'est malheureusement que rarement le cas. Les thermomètres vendus dans le commerce indiquent une température généralement inexacte; aussi les thermomètres officiels des villages devront-ils être vérifiés par un Observatoire et munis de certificats ainsi que cela se fait à Kew, où chaque année des quantités considérables de thermomètres sont examinées et reçoivent des bulletins constatant leur qualité. M. Émile Gautier, directeur de

l'Observatoire de Genève, serait tout disposé à introduire dans cet établissement un service supplémentaire pour la vérification des thermomètres, et l'Observatoire de Genève rendrait par là service et au public et aux fabricants. Ce serait peut-être là le point de départ d'une industrie de thermomètres soignés qui trouveraient facilement des acheteurs par la confiance qu'ils inspireraient au public. Celui-ci payera son thermomètre un peu plus cher, mais du moins il saura que l'instrument qu'il a acheté est bon, garantie qui ne peut être fournie jusqu'ici.

SUR L'ORIGINE

DE

L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE

ET

DE L'AURORE BORÉALE

PAR

M. E. EDLUND
Professeur de physique à l'Académie royale des sciences de Suède.

(Suite et fin.)

---

§ 3. Grandeur de l'induction unipolaire de la terre.

A. — D'après ce qui a été dit plus haut, il ne peut exister de doute à l'égard du rôle important que l'induction unipolaire terrestre joue dans la production des phénomènes électriques de l'atmosphère. On peut cependant se demander si cette induction est suffisamment grande pour jouer un rôle prépondérant dans la production de ces phénomènes. Nous allons répondre à cette question.

Si l'on ne veut calculer qu'en grand, et en traits généraux, l'effet de l'induction unipolaire de la terre, telle

qu'elle se montre au voisinage de la surface terrestre, on peut, en se basant sur les raisons énoncées plus haut, admettre que l'action magnétique de notre globe est produite par un aimant qui passe par le centre de la terre et décrit un angle de 17 degrés avec son axe de rotation. Pour ce qui va suivre on pourra sans erreur appréciable admettre pour plus de simplicité, que l'aimant mentionné se trouve dans l'axe de rotation. La grandeur de l'action de l'induction unipolaire de la terre sur un prisme vertical, de section égale à l'unité, et d'une longueur égale à Δr, situé à l'équateur, au voisinage de la surface terrestre, peut alors se déterminer de la façon suivante :

Soit r le rayon de la terre, 2ρ la distance entre les deux pôles de l'aimant terrestre, M l'intensité magnétique de ces pôles, ω la vitesse de rotation d'un point de la surface de la terre sous l'équateur, et k une constante; on obtient, par le procédé développé plus haut, comme expression de la force x par laquelle l'induction unipolaire tend à conduire l'éther (l'électricité positive) du prisme Δr dans la direction du rayon terrestre :

$$x = \frac{2k\mathrm{M}\rho\omega\Delta r}{(r^2 + \rho^2)^{\frac{3}{2}}} \dots\dots\dots\dots\dots (1).$$

Dans cette équation, k, M et ρ sont des inconnues. Si l'on suppose que le rayon de l'équateur est $^1/_{300}$ plus long que celui de l'axe, ω sera égal à 466 mètres par seconde, le temps de rotation de la terre étant 23 heures, 56 minutes.

La composante horizontale du magnétisme terrestre sous l'équateur exerce, sur une aiguille aimantée mobile dans le plan horizontal et formant l'angle u avec le méridien magnétique, une force directrice qui, lorsque les

pôles sont à la distance de 2λ l'un de l'autre, qu'ils ont l'intensité μ, et que C est une constante, s'exprime par

$$\frac{4C\,M\mu\rho\lambda \sin u}{(r^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Supposons que cette déviation u soit occasionnée par un aimant d'acier, dont les pôles ont l'intensité N, et sont à une distance $2l$ l'un de l'autre, l'aimant placé de telle sorte, que le prolongement de son axe passe par le milieu de l'aiguille aimantée et forme un angle droit avec le méridien magnétique. Si la distance a entre le milieu de l'aimant et celui de l'aiguille est suffisamment grande et que l'angle de déviation u et la distance λ soient suffisamment petits, l'action de l'aimant sur l'aiguille s'exprimera par la formule

$$\frac{2C\,N\mu\lambda \cos u}{(a-l)^2} - \frac{2C\,N\mu\lambda \cos u}{(a+l)^2} = \frac{8C\,N\mu\lambda \cos u}{a^3} \ldots (3).$$

Des formules (2) et (3) on déduit :

$$\frac{M\rho}{(r^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{2\,Nl \cot u}{a^3} \ldots\ldots\ldots\ldots (4).$$

En introduisant dans l'équation (1) la valeur du membre gauche de l'équation (4), de même que la valeur de ω, on obtient :

$$x = \frac{1864\,kNl \cot u\,\Delta r}{a^3} \ldots\ldots\ldots\ldots (5).$$

Supposons que le même aimant (dont les pôles ont l'intensité N, et dont la distance polaire est $2l$) tourne

autour de son axe simultanément avec un manchon concentrique, de métal, dont le rayon est p ; suivant la formule A ci-dessus [1], la somme A des forces d'induction naissant dans le manchon entre sa partie médiane et le plan qui passe par l'un des pôles et qui est perpendiculaire à la longueur du manchon, s'exprimera par la formule

$$A = 2\,kNlv\left[\frac{1}{(l^2+p^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{1}{4\,l^2+p^2)^{\frac{1}{2}}}\right] \ldots\ldots (6).$$

où v désigne la vitesse angulaire du manchon.

En remplaçant $\sqrt{l^2+p^2}$ par m et $\sqrt{4^2l^2+p}$ par n, puis en insérant dans l'équation (5) la valeur de kNl de l'équation (6), on obtient enfin :

$$x = \frac{932\,nm \cot u \,.\, A\,\Delta r}{(n-m)v\,.\,a^3} \ldots\ldots\ldots\ldots (7).$$

Nous allons déterminer maintenant par des expériences les valeurs de A, a et u.

B. — *a.* Un aimant d'acier rond, de la longueur de 125 mm., du diamètre de 10 mm., entouré concentriquement d'un manchon cylindrique de laiton, fut fixé dans une position verticale sur un appareil rotatoire, mettant l'aimant et le manchon en rotation uniforme autour de leur axe commun. Sur le manchon traînaient deux ressorts de laiton, l'un au-dessus de l'un des pôles et l'autre à égale distance entre eux. Les ressorts étaient reliés par un galvanomètre dont les déviations se lisaient

[1] Voir la première partie de ce mémoire *Archives*, 1885, tome XIII, p. 485.

avec une lunette et une échelle de la façon ordinaire. Le rayon p du manchon était de 0,0175 mètre, et la demi-distance entre les pôles l, de 0,062 mètre. Quand l'aimant avec le manchon décrivait 5 tours entiers par seconde, on obtenait un courant qui produisait une déviation constante de 102,0 divisions d'échelle. La résistance dans le circuit entier s'élevait à 21,4 ohms. Après que cette résistance eut été portée à 100,000 ohms, un élément de Daniell donna une déviation de 419,5 divisions d'échelle. La force électro-motrice de l'induction unipolaire était par conséquent $\frac{5,2033}{10^5}D = A$, où D désigne, comme d'ordinaire, la force électromotrice d'un élément de Daniell.

b. Afin de déterminer le rapport entre le moment magnétique de ce même aimant d'acier et la composante horizontale de la force magnétique terrestre, l'aimant fut placé, comme il a été dit plus haut, perpendiculairement au méridien magnétique, pour faire dévier une petite aiguille aimantée suspendue à un fil de cocon, la déviation de cette aiguille étant lue par le moyen ordinaire de la réflexion. Les observations, qui furent faites dans la cour de l'édifice de l'Académie des sciences pour éviter toute influence perturbatrice de corps magnétiques, donnèrent les résultats suivants :

Pour $a = 0,724$ mètre, on obtint $u = 2°\ 41'\ 5''$;
» $a = 1,046$ » » $u = 0°\ 52'\ 20''$

D'où l'on déduit par conséquent dans le premier cas : $\frac{\text{cot. } u}{a^3} = 56,19$ m. et dans le second : $\frac{\text{cot. } u}{a^3} = 57,40$ mètres ; soit une moyenne de 56,8 mètres.

L'intensité horizontale du magnétisme terrestre sous l'équateur peut être admise en somme comme une fois plus grande qu'à Stockholm, et le calcul ci-dessus s'appliquant à un point de la surface terrestre sous l'équateur, ce dernier chiffre devra donc être multiplié par 2, et sera par conséquent = 113,6 mètres.

Suivant les valeurs données pour l et pour p, $\frac{nm}{n-m}$ sera = 0,1326 mètre, et $v = 2 \times 5\,\pi = 31,416$. Par ces déterminations on tire de l'équation (7) :

$$x = 0{,}02325\ \mathrm{D}.\Delta r.$$

L'un des jours suivants, on se servit, pour la même détermination, d'un autre aimant de la même longueur que le précédent, mais du diamètre de 15 mm. Le même manchon fut employé, et la vitesse de la rotation fut égale à celle de l'expérience précédente. Les expériences donnèrent $\frac{\cot.\ u}{a^3} = 56{,}0$. Le courant d'induction unipolaire produisit une déviation de 87,0 divisions d'échelle, et un élément de Daniell, avec insertion de 100,000 ohms dans le circuit, 357 divisions d'échelle. L'infériorité numérique de ces déviations par rapport aux premières était due à la diminution de la distance entre le miroir et l'échelle. Ces observations donnèrent donc $A = \frac{5{,}251}{10^5} D$.

Avec ces valeurs pour les inconnues, on obtient $x = 0{,}02297\ D.\ \Delta r$, et par conséquent, comme moyenne des deux déterminations,

$$x = 0{,}0231\ \mathrm{D}.\Delta r \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8).$$

Cette équation se rapporte aux points de la surface terrestre dans le voisinage de l'équateur, où la composante verticale de la force d'induction unipolaire de la terre est à son maximum, et d'où elle diminue à mesure que l'on se rapproche des pôles magnétiques, où elle est égale à zéro. La composante horizontale de la même force est par contre égale à zéro à l'équateur, mais augmente à mesure que l'on s'en éloigne, agissant, comme je l'ai déjà fait voir, à l'hémisphère nord vers le nord et à l'hémisphère sud vers le sud. Quoique r et ω de l'équation (1) soient modifiés quand on s'éloigne de la surface terrestre dans une direction verticale de bas en haut ou de haut en bas, on peut cependant considérer ces grandeurs comme à peu près constantes si l'éloignement n'excède pas quelques milliers de mètres. Pour des distances beaucoup plus grandes au-dessus de la surface terrestre, l'induction se rapproche successivement de zéro, par la raison que ω du numérateur ne croît que proportionnellement à r, tandis que le dénominateur augmente presque proportionnellement avec le cube de la même grandeur. Quant aux grandes distances au-dessous de la surface terrestre, l'équation (1) ne doit guère être considérée comme leur étant applicable, vu qu'il semble y avoir lieu de douter que la force électro-magnétique y puisse être représentée approximativement par un aimant situé dans l'axe de la terre.

C. — Dans chaque couche d'air horizontale de l'épaisseur de 1 mètre ($\Delta r = 1$), existe, comme nous l'avons dit, une force électro-motrice de la même intensité que $0{,}0231D$, force tendant à conduire verticalement l'électricité positive de bas en haut. La somme des forces électro-motrices contenues dans une couche de 1000 mè-

tres d'épaisseur est égale à 23,1D, contre 231D dans une couche de 10,000 mètres. Or, si l'air était un isolant électrique absolu, la naissance d'une différence de tension électrique entre l'air de la surface de la terre et l'air qui se trouve dans les régions supérieures, serait totalement impossible. Mais ce ne serait le cas que si l'air était parfaitement sec; s'il est au contraire saturé d'humidité, il constitue un conducteur électrique relativement bon, ce que démontre entre autres l'impossibilité de maintenir la tension électrique, même faible, chez un corps entouré d'air dont l'humidité relative est considérable. Ainsi, lorsque l'air est humide, la différence de tension doit bientôt atteindre la grandeur indiquée. Mais quand l'électricité est parvenue à une certaine distance du plan équatorial, elle est conduite, par la composante horizontale de la force électro-motrice unipolaire, vers des latitudes plus élevées, nord à l'hémisphère nord, et sud à l'hémisphère sud. La force d'induction unipolaire est constamment la même, elle ne subit que de faibles variations concommittantes de celles du magnétisme terrestre, tandis que la conductibilité de l'air dépend des changements qui surviennent dans son humidité. Il en résulte une modification incessante de l'état électrique de l'air. Si la tension électrique devenait, à un point quelconque d'une haute latitude, supérieure à celle qui correspond à la composante verticale de l'induction unipolaire au même point (ce que rend possible la circonstance que l'électricité y est conduite de points situés à des latitudes inférieures), une partie de l'électricité pourrait s'écouler de l'air sur la terre. Comme nous l'avons démontré, cela a surtout lieu dans la zone entourant les pôles magnétiques, où l'on rencontre les aurores boréales. Si l'air

est très fortement saturé d'humidité et que cette saturation s'étende sur des espaces considérables, l'électricité de l'air devra être plus forte que lorsque celui-ci est relativement sec. Par cette raison, l'électricité de l'air sera généralement plus considérable en hiver qu'en été. Après le refroidissement nocturne, la saturation d'humidité atteint d'ordinaire son maximum aux premières heures du jour, pour diminuer dans la matinée, à mesure que l'air se réchauffe, jusqu'à ce qu'elle parvienne à son minimum peu après l'heure de midi ; dès ce moment, elle recommence à augmenter. L'électricité de l'air doit avoir, par suite, un maximum dans la matinée et un minimum pendant l'après-midi, après quoi elle augmentera en intensité vers le soir. Tout cela est pleinement conforme aux observations connues. Par contre, il paraît plus difficile d'expliquer le minimum d'électricité aérienne qui, suivant certaines observations, doit se produire dans le cours de la nuit, à moins que l'on ne puisse admettre que, dans les quelques endroits où ce minimum a été observé, des causes locales ont exercé une influence pertubatrice. Il est toutefois à regretter que les observations faites sur l'électricité de l'air soient trop peu nombreuses et trop incomplètes pour permettre actuellement une comparaison plus complète entre la théorie et l'expérience.

La quantité d'électricité qui, d'après ce qui précède, doit se trouver dans l'atmosphère terrestre par suite de la force d'induction unipolaire de la terre, suffit, selon nous, à expliquer les indications de l'état électrique de l'air obtenues, dans les circonstances normales, avec les instruments employés pour ce but. Il est à observer que le calcul précédent détermine *la tension* électrique de l'air à une hauteur quelconque, mais non *l'influence* de la masse

d'électricité contenue dans l'atmosphère sur un conducteur situé à la même hauteur. La tension électrique des couches inférieures de l'air n'est pas fort grande, il est vrai, dans les conditions normales, mais elle s'élève avec la hauteur au-dessus de la surface terrestre, de sorte que la quantité d'électricité contenue dans l'atmosphère est considérable dans tous les cas. C'est par *l'influence* de cette quantité d'électricité, et non par une *communication directe* de l'électricité des couches d'air les plus rapprochées, que les appareils sont chargés. La grandeur de la tension électrique que montrent les appareils ne dépend donc que peu ou point de la tension électrique des couches d'air les plus rapprochées. *La tension électrique que montrent les appareils doit, par conséquent, être plusieurs fois supérieure à celle des couches d'air en question.*

D. — L'origine de la forte quantité d'électricité que l'atmosphère paraît contenir en temps d'orage, peut aussi s'expliquer sans difficulté par l'induction unipolaire de la terre. Quoique, dans un coup de tonnerre, l'électricité ait une tension extraordinairement forte, il est cependant facile de prouver que la quantité d'électricité qui y entre en mouvement peut être inférieure à celle que l'on serait tenté de supposer [1].

Un galvanomètre avec lecture au miroir, spécialement construit pour les décharges électriques, fut combiné avec

[1] Voici ce que dit à cet égard M. W. Siemens (*Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. zu Berlin*, mai 1883, p. 638) : « Das plötzliche Auftreten so gewaltiger Massen Elektricität, wie sie namentlich bei tropischen Gewittern zur Erscheinung kommen, weist die Annahme zurück, dass dieselbe ihren Sitz in der schwachen elekrischen Ladung der verhältnissmässig geringen Luftmenge, die den Träger der Gewitterwolken bildet, gehabt habe. Es müssen ergiebigere Quellen sein, denen sie entstammen. »

un électrophore de Holtz, dont les deux bouteilles de charge avaient chacune une armature extérieure et intérieure de 79 centimètres carrés. Avec *une* rotation de la manivelle par seconde, le galvanomètre indiquait une déviation moyenne de 7 divisions d'échelle. Entre les boules de décharge il passait alors par seconde 4 étincelles électriques longues d'un centimètre. Le galvanomètre ayant ensuite été relié aux électrodes de *un* élément de Daniell, et la résistance du circuit portée à 5000 ohms par l'insertion d'un rhéostat, on obtint une déviation de 32 divisions d'échelle. Ainsi, dans ce dernier cas, la déviation du galvanomètre aurait été de 7 divisions d'échelle, si la résistance du circuit avait comporté 22,857 ohms. Or, si l'on évalue à 1,079 volt la force électro-motrice de *un* élément de Daniell, il suit que la quantité d'électricité se déchargeant par chacune des étincelles longues de *un* centimètre, ne s'élevait pas à plus de 0,0000118 coulomb. S'il était possible d'introduire un coulomb entier dans les bouteilles mentionnées, et si l'on supposait en même temps que la longueur de l'étincelle de décharge crût proportionnellement à la densité électrique, on obtiendrait de la sorte, avec la quantité d'électricité mentionnée, une étincelle longue d'environ 850 mètres. Elle serait en réalité encore plus longue, par la raison connue que la distance explosive pour des tensions électriques considérables augmente plus rapidement que la tension. Par conséquent, si la tension électrique est grande, il est possible d'obtenir une longue distance explosive avec une quantité d'électricité relativement minime, car 1 coulomb ne contient en réalité que la quantité d'électricité fournie par 1 volt en une seconde, quand la résistance du circuit est 1 ohm.

Entre la terre et les nuages, dont nous évaluerons ici la hauteur à 1000 mètres, agit, par suite de l'induction unipolaire de la terre, une force électro-motrice égale à 23 éléments de Daniell. Si l'humidité de l'air est grande, et, par conséquent, sa résistance électrique relativement petite, cette force électro-motrice agissant sur une surface très étendue, et pendant un temps qui se compte par heures au lieu de secondes, doit pouvoir être assez puissante pour conduire de la terre à la région des nuages une quantité d'électricité correspondant à un nombre considérable de coulombs. Or, cette électricité n'est douée que d'une faible densité. Il y a toutefois lieu d'observer ici, d'autre part, que l'air sec est un isolant presque parfait, et que c'est l'humidité qu'il contient qui lui donne sa conductibilité. Supposons maintenant, dans la région des nuages, un volume d'air dont l'humidité est près de son point de saturation, et qui contient une quantité d'électricité représentée par un nombre plus ou moins grand de coulombs. Si ce volume d'air vient à se refroidir d'une façon ou d'une autre, sa vapeur d'eau se liquéfiera en plus ou moins grande partie. Quand, par exemple, la température de l'air s'élève à +20°, la vapeur d'eau dont l'air est saturé offre un volume 57,000 fois supérieur à celui de l'eau dont la vapeur est formée. Si la température n'est que de +10°, le volume de la vapeur est 105,000 fois plus grand que celui de l'eau correspondante. Dans la liquéfaction, l'électricité est forcée de suivre l'eau, vu que celle-ci se trouve seule à même de la conduire. Le passage de la vapeur à l'eau liquéfiée produit par conséquent une condensation excessivement puissante de l'électricité contenue dans l'eau. En outre, il y a lieu de remarquer que l'électricité ne se répartit pas d'une

manière uniforme dans l'eau, mais qu'elle se place à la surface des gouttes formées, d'où il suit que la densité en devient encore supérieure aux chiffres donnés à titre d'exemple. Plus est grand le nombre des gouttes qui se forment lors de la liquéfaction de la vapeur d'eau, plus est grande aussi la somme des surfaces de toutes ces gouttes. Lorsque, par conséquent, un grand nombre de petites gouttes se réunissent en un petit nombre de grandes gouttes, cette modification amène une condensation de l'électricité qu'elles contiennent, la surface totale des gouttes étant diminuée par la réunion de ces dernières. Si, maintenant, l'air saturé d'humidité occupe une étendue considérable et qu'une faible quantité s'en condense lentement en un point quelconque, l'électricité qui s'y est condensée, passe sans production d'étincelles sensibles, à d'autres parties de la couche saturée.

Quand, au contraire, la masse saturée est séparée d'autres masses semblables par des couches d'air plus sèches, et qu'il s'opère une liquéfaction rapide de la vapeur d'eau, la forte tension électrique résultant de la liquéfaction ne peut se maintenir, et l'électricité passe par décharges disruptives sur les nuages voisins ou sur la terre, où la tension électrique est moindre. C'est donc, suivant cette manière de voir, une liquéfaction *intense* et *violente* de la vapeur d'eau de l'atmosphère qui est la cause principale de la grandeur excessive de la tension électrique dans les décharges disruptives des nuages. Dans la plupart des cas, cette liquéfaction est accompagnée d'une violente chute de pluie ou de grêle ; mais l'on peut cependant supposer que, dans certaines conditions, la condensation n'amène que la formation de nuages, accompagnée de décharges électriques sans chute de météores

aqueux. La liquéfaction de la vapeur d'eau n'augmente en aucune façon la quantité d'électricité qui se trouve dans l'air, mais elle en accroît par contre à un haut degré la tension[1]. Il est probable que la tension électrique est modifiée à un certain degré par l'influence des nuages voisins. En général, les nuages supérieurs possèdent, suivant l'exposé ci-dessus, une tension électrique dépassant celle des couches nébuleuses inférieures, et l'électricité positive libre contenue dans ces dernières en est augmentée. Quand, au moment de la liquéfaction de la vapeur d'eau, l'électricité positive libre de ces nuages s'est déchargée disruptivement, l'électricité négative dissimulée, provoquée par l'influence des nuages supérieurs, suit les gouttes d'eau à terre, et celles-ci se montrent en conséquence fréquemment électro-négatives. L'union intime qu'offrent la liquéfaction de la vapeur d'eau et la décharge disruptive est, dans tous les cas, démontrée par une observation que nous avons eu plusieurs fois l'occasion de faire, et qui, sans nul doute, est connue de bien des personnes[2]. Lorsqu'un orage éclate dans le voisi-

[1] Kämtz admettait déjà que la liquéfaction de la vapeur d'eau est nécessaire pour la production des orages; il attribuait principalement la naissance de l'électricité à l'évaporation venant de la surface terrestre, ainsi qu'aux processus de végétation et de combustion (voir Kämtz, *Lehrbuch der Meteorologie*, t. II, p. 468 (Halle, 1832) et les *Vorlesungen über Meteorologie*, pp. 391 et 427 (Halle, 1840). A cette époque, on n'avait pas encore démontré l'impossibilité, pour l'électricité de l'air, de devoir son origine aux circonstances précitées. A l'instar de Kämtz, Sir John Herschell attribuait à l'évaporation la cause principale de l'électricité de l'air. Il voyait aussi dans la liquéfaction de la vapeur d'eau la cause de la grande tension électrique des temps d'orage. — Cf. *Herschels Meteorology*, Edinburgh, 1862, p. 122.

[2] Voir, dans *Herschels Meteorology*, p. 131, des observations concernant ce phénomène.

nage immédiat du point où l'on se trouve, de préférence verticalement au-dessus de la tête, on voit d'abord l'éclair, puis immédiatement après l'on entend le tonnerre. Quelques secondes plus tard commence la chute de la pluie ou de la grêle, de plus ou moins longue durée, suivant les circonstances. S'il a déjà commencé de pleuvoir ou de grêler quand l'éclair se produit, cette chute de météores aqueux devient d'ordinaire plus forte quelques secondes après. La même chose se répète dans la règle a plusieurs reprises pendant l'orage. Cependant il arrive parfois que l'on n'observe aucune recrudescence de pluie ou de grêle, quoique la décharge ait lieu à une très grande proximité. Ces cas paraissent indiquer que la tension nécessaire pour la décharge électrique provient, soit de l'influence de deux nuages électriques, soit d'une liquéfaction réelle de la vapeur d'eau, quoique cette liquéfaction n'ait pas été poussée assez loin pour amener une augmentation appréciable de pluie ou de grêle. L'exposé théorique qui précède est en pleine conformité avec cette observation. La liquéfaction de la vapeur est la première opération qui a lieu, et avec elle commence la chute d'eau atmosphérique sous forme de pluie ou de grêle. Cette liquéfaction amène la condensation de l'électricité, et de là résultent les décharges disruptives. Le bruit produit par ces décharges a besoin d'un certain temps pour se propager jusqu'à la surface de la terre, mais la chute de l'eau atmosphérique exige encore plus de temps, et c'est par cette raison que l'on observe les trois phénomènes dans l'ordre indiqué. L'observation suivante d'Armstrong peut être considérée comme la preuve expérimentale que la liquéfaction de la vapeur d'eau augmente effectivement la tension électrique. Dans la machine hydro-

électrique bien connue inventée par ce savant, la vapeur d'eau qui sort mêlée d'une certaine quantité d'eau liquéfiée, devient électro-positive dans les conditions ordinaires. Armstrong [1] mentionne, dans l'exposé qu'il donne de ses expériences, que si l'on place près de l'orifice d'écoulement les pointes métalliques destinées à recueillir l'électricité, on obtient une forte quantité de cette dernière, mais d'une tension peu considérable. Quand, au contraire, on met les pointes à trois ou quatre pieds de distance de l'orifice, la quantité d'électricité est plus petite, mais la tension est en revanche beaucoup plus grande que si la distance est plus courte. Armstrong n'indique pas la cause de ce phénomène, mais il est facile de la découvrir d'après ce qui précède. Au voisinage immédiat de l'orifice d'écoulement, la vapeur d'eau contient une quantité insignifiante d'eau liquéfiée; à une plus grande distance, au contraire, une partie considérable de la vapeur d'eau s'est liquéfiée par suite du refroidissement pendant le trajet; il suit de là, que l'électricité entraînée par la vapeur a acquis une tension plus grande, quoique une partie en ait été perdue par le transport. En faveur d'une relation intime entre la liquéfaction de la vapeur d'eau et un fort accroissement de la tension électrique de l'air, milite aussi la circonstance bien connue que l'on n'entend jamais le tonnerre dans les régions de la surface terrestre où n'ont lieu ni chute d'eau atmosphérique, ni formation de nuages. Tel est, par exemple, le cas au Pérou, dans le Sahara et dans les déserts de l'Asie. En moyenne, les orages offrent leur principale fréquence après midi et dans la soirée.

[1] *Philos. Magazine*, série 3, t. XXIII, p. 196 (1843).

Les courants ascendants, qui règnent surtout pendant la matinée, conduisent une quantité considérable de vapeur d'eau aux régions supérieures de l'air ; là, cette vapeur se refroidit promptement sous l'influence de la température plus basse qui y règne, et y forme des cumulus qui se résolvent en pluie ou en grêle quand la liquéfaction continue, et se distinguent par leur haute tension électrique. Si la surface terrestre est fortement chauffée par les rayons solaires, les courants d'air ascendants deviennent plus forts, et entraînent avec eux une plus grande quantité d'humidité. Comme on le comprendra sans peine, ces courants facilitent le transport de l'électricité aux régions supérieures. Un orage qui survient pendant la soirée est dès lors souvent précédé d'une matinée chaude, et l'air est saturé de vapeur d'eau qui le rend étouffé et pesant. La liquéfaction rapide de la vapeur, accompagnée d'une forte chute d'eau atmosphérique sous forme de pluie ou de grêle, se produit aussi dans les trombes, d'où il suit que ces phénomènes sont ordinairement accompagnés de tonnerre. Dans les trombes où il ne se produit aucune condensation de vapeur d'eau, et qui par conséquent ne sont pas accompagnées de chute d'eau atmosphérique, il ne peut, par cette raison, se produire de phénomènes électriques. C'est en réalité, suivant les observations de M. R. Pictet, le cas des trombes qui se forment dans l'Afrique du Nord sur les terrains arides et sablonneux. Il ne se produit dans ces trombes aucune condensation de vapeur d'eau, et il fut impossible à M. Pictet de découvrir, même au moyen de l'électroscope, une charge électrique quelconque provenant de ces trombes. (Colladon, *Arch, des sc. phys. et nat.*, 3me sér., t. II, p. 5.)

DES

NOUVEAUX GALVANOMÈTRES A MERCURE

DE M. LIPPMANN

PAR

M. A. ACHARD.

(Avec la planche I.)

Parmi les instruments nouveaux qui figuraient dans l'exposition périodique du printemps organisée par la *Société française de physique*, on remarquait des appareils de mesures électriques récemment inventés par M. Lippmann, et dont les indications sont données par la hauteur d'une colonne mercurielle. Nous croyons qu'ils méritent d'être ici l'objet d'une description. Nous commencerons par celle du galvanomètre proprement dit, dont le principe servira à faire comprendre celui des autres instruments.

Imaginons un conducteur élémentaire AB placé entre deux pôles magnétiques d'égale force et de noms contraires, N et S, de telle façon que le conducteur soit perpendiculaire à la ligne NS et que son milieu O coïncide avec le milieu de NS (Pl. I, fig. 1). Pour fixer les idées, nous supposerons que la ligne NS soit horizontale et perpendiculaire au plan de la figure et que le conducteur soit vertical et dans le plan de la figure. Si le conducteur est parcouru

par un courant, il sera sollicité par deux forces égales, émanant des deux pôles, agissant dans le même sens et concourant à le transporter parallèlement à lui-même et dans une direction perpendiculaire au plan qui contient le conducteur lui-même et la ligne NS, autrement dit suivant une horizontale xy tracée dans le plan de la figure.

Si l'on nomme i l'intensité du courant, M le magnétisme d'un des pôles, ds la longueur de l'élément AB, et $2r$ la distance NS, la force exercée sur l'élément par un des pôles sera $\frac{Mids}{r^2}$, et la force F exercée par les deux pôles $\frac{2Mids}{r^2}$, ou $Hids$, en désignant par $H=\frac{2M}{r^2}$ l'intensité en O du champ magnétique créé par ces deux pôles.

Substituons au conducteur linéaire $AB=ds$ un parallélipipède conducteur de dimensions finies, placé symétriquement entre les pôles, et ayant ses arêtes parallèles à NS et à AB (fig. 2), et dont, par conséquent, le plan médian CDEF coïncide avec le plan de la figure; le courant i arrive par une des faces opposées CD et EF et ressort par l'autre. Nous pouvons supposer l'aire ω d'une de ces faces divisée en une infinité d'éléments $d\omega$ et considérer chacun de ceux-ci comme la base d'un prisme ayant pour hauteur $DF=l$. Chacun de ces prismes pourra être envisagé comme un conducteur linéaire parcouru par un courant $\frac{id\omega}{\omega}$. Un élément de hauteur ds détaché dans un de ces prismes subira de la part d'un des pôles l'action $\frac{M\sin\alpha}{R^2}\,ds\,\frac{id\omega}{\omega}$, R étant la distance du pôle à l'élément, et α l'angle de cette distance et de l'élément; cette action sera perpendiculaire au plan de R et de ds. La sommation de toutes ces forces

élémentaires, émanant tant de N que de S, par rapport à *ds*, c'est-à-dire pour un même conducteur, donnera une force dirigée dans le plan de xy et de NS, vu la symétrie par rapport à ce plan. Ensuite, la sommation par rapport à $d\omega$, c'est-à-dire en réunissant tous les conducteurs, donnera une force unique $F = hli$, dirigée suivant xy, h étant une certaine valeur moyenne de l'intensité du champ $\frac{2M}{R^2}$ dans l'espace occupé par le parallélipipède, valeur qui résulte de l'intégration dans laquelle R et sin α doivent être considérés comme des fonctions des coordonnées de *ds*.

Supposons maintenant (fig. 3) que dans le trajet horizontal réunissant les deux branches verticales d'un manomètre à mercure on insère un parallélipipède plein de mercure qui fasse partie intégrante de ce manomètre. S'il est placé entre les deux pôles d'un aimant et si on y fait passer le courant de la manière indiquée, le mercure contenu dans cette petite chambre se trouve dans les conditions du solide conducteur de la figure 2 : il est soumis à la force $F = hli$ dirigée horizontalement et perpendiculairement à la ligne des pôles. Seulement, tandis que ce solide éprouverait une translation, ce qui rendrait la force variable, le fait que le mercure est fluide, et que l'enveloppe qui lui donne la forme parallélipipédique conserve par rapport aux pôles une situation invariable, a pour résultat que le mercure s'écoule de cette enveloppe dans une des branches du manomètre et y est remplacé par du mercure venant de l'autre branche, sans que la force qui s'exerce sur le contenu de l'enveloppe éprouve de changement. Il résulte de là une élévation de niveau dans la première branche et un abaissement dans

la seconde, qui se poursuivent jusqu'à ce que la pression résultant de la différence de niveau fasse équilibre à la force *hli*.

Cette pression, rapportée à l'unité de surface, a pour valeur $z\delta$, z étant la différence de niveau entre les colonnes de mercure, et δ le poids spécifique du mercure : elle s'exerce sur la surface *la*, *l* étant, comme on l'a dit, la dimension verticale de la petite chambre et *a* la dimension parallèle à la ligne des pôles. On a donc

$$z\delta la = hli$$

d'où

$$z = \frac{hi}{\delta a}$$

La dénivellation est proportionnelle à l'intensité à mesurer, et cette intensité est donnée par la simple lecture d'un manomètre.

Tel est le principe du galvanomètre à mercure de M. Lippmann. Les fig. 3 et 4 indiquent en gros comment il est construit. Un fort aimant M en fer à cheval, posé horizontalement et à plat, a ses extrémités encastrées dans deux pièces polaires en fer doux p^n et p^s, dont les parties en regard sont taillées en pyramides. Les pointes de celles-ci laissent entre elles l'espace strictement nécessaire pour y loger la petite chambre en verre par laquelle le mercure circule entre les deux branches t et t' du manomètre et que le courant traverse au moyen de deux lames de platine scellées dans le verre en dessus et en dessous. Cet intervalle est de moins d'un millimètre. La valeur ci-dessus de z montre que la sensibilité de l'instrument est proportionnelle à l'intensité du champ et en raison inverse de

la dimension a. Il faut donc, autant que possible, réduire cette dimension, ainsi que l'écartement des pôles.

Il existe des spécimens de cet instrument où la dénivellation par ampère dépasse 6 centimètres.

Le manomètre qui en fait partie peut naturellement être disposé de deux manières : ou bien il est à deux branches égales et la dénivellation s'opère moitié dans l'une, moitié dans l'autre ; ou bien, l'une des branches forme une cuvette de grande section, où le niveau du mercure peut être considéré comme constant, en sorte que toute la dénivellation est reportée sur l'autre branche.

Le principe de ce galvanomètre ayant été expliqué en détail, nous pourrons être plus brefs en parlant de quelques autres instruments qui s'y rattachent.

Compteur. Une des branches du manomètre est à cuvette et niveau constant, l'autre branche, au lieu d'être verticale, se recourbe horizontalement, de façon à ce que son orifice vienne déboucher au-dessus de la cuvette. La force électro-magnétique, au lieu d'être équilibrée par une pression statique, produit, aussi longtemps que le courant passe, une circulation continue de mercure. Le nombre des coulombs qui ont passé dans un temps donné est mesuré par le volume de mercure qui a circulé pendant ce temps. Pour estimer ce volume, le mercure qui sort de la branche recourbée tombe dans une petite bâche oscillante formée de deux compartiments symétriques. Chaque fois qu'un des compartiments est plein, la bâche s'incline et verse le contenu dans la cuvette et, pendant ce temps, c'est l'autre compartiment qui se remplit. Les oscillations sont enregistrées par un compteur à cadran gradué en coulombs ou en ampères-heures (3600 coulombs).

Electro-dynamomètre. L'aimant est remplacé par un so-

lénoïde dont les spires sont parcourues par le courant à mesurer. Le champ magnétique produit par ce solénoïde a une intensité proportionnelle à celle du courant. Par conséquent, l'action exercée sur le mercure est proportionnelle au carré de cette intensité ; il en est de même de la dénivellation. Quand le sens du courant change dans le mercure, il change aussi dans le solénoïde et intervertit les pôles de celui-ci ; il en résulte que l'action exercée sur le mercure conserve un sens invariable, ainsi que la dénivellation. Cet instrument est donc, comme les électro-dynamomètres ordinaires, un galvanomètre approprié à la mesure des courants alternatifs. Pour la même raison, il est toujours construit avec cuvette.

Wattmètre. Cet instrument, comme son nom l'indique[1], a pour destination de mesurer le travail électrique consommé par un appareil qui utilise un courant, tel qu'une lampe, un moteur ou un bain galvanique. Il est construit comme l'électro-dynamomètre, avec cette différence que le fil du solénoïde est long et fin, de façon à offrir une résistance considérable, et que, au lieu d'être inséré dans le circuit, il constitue une dérivation entre l'entrée et la sortie de l'appareil en question. Ce solénoïde joue ici le même rôle que la bobine à fil long et fin d'un *voltmètre* : la grandeur de sa résistance fait que le courant qui y passe est une fraction extrêmement minime du courant total, en sorte que les valeurs du potentiel aux points de dériva-

[1] Le travail électrique par seconde est le produit d'une différence de potentiel et d'une quantité d'électricité par seconde. L'unité usuelle de la différence de potentiel étant le volt, et celle de la quantité par seconde étant l'ampère, l'unité usuelle de travail est le produit de un volt par un ampère et se nomme *voltampère* ou *watt*. Il faut $g=9{,}81$ watts pour faire un kilogrammètre par seconde.

tion ne sont pas affectées d'une façon appréciable; en même temps le grand nombre des spires compense la petitesse du courant et permet la production d'un effet ayant une amplitude suffisante pour donner une observation exacte. Cet effet mesure directement le courant dérivé, mais il mesure indirectement la différence des potentiels aux points de dérivation, puisque cette différence est le produit du courant par une résistance constante. Dans le *wattmètre*, la dénivellation mercurielle a bien pour valeur $z = \frac{hi}{\delta a}$; seulement le champ h, étant produit par le solénoïde dont il vient d'être question, est proportionnel au courant dérivé et, par conséquent, à la différence e des potentiels ; on a donc $h = ke$ et $z = \frac{kei}{\delta a}$. La dénivellation z mesure donc le travail par seconde ei, produit du courant i qui traverse l'appareil auquel on applique le wattmètre par la chute de potentiel e qui s'y opère.

Ces instruments, qui sont d'une construction assez délicate à cause de la petite chambre mercurielle, étaient exposés par la maison Bréguet.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

H. Brunner et Ch. Kræmer. Acides amidophénolsulfoniques et leurs rapports avec les couleurs de Liebermann. (*Berichte*, XVII, p. 1867. Lausanne.)

En préparant l'azorésorufine d'après Brunner, on obtient une certaine quantité d'acide para-amidophénolsulfonique. La nitrobenzine seule ne produisant pas ce résultat, il faut admettre que la transposition d'atomes qui s'effectue dans ce corps est provoquée par la présence de la résorcine, et qu'il se forme d'abord du para-nitrosophénol dont une partie subit une réduction ultérieure.

La condensation du nitrosophénol avec la résorcine a amené les auteurs à rechercher quels sont les phénols qui donnent les couleurs de Liebermann. Ils ont trouvé que, parmi les dioxybenzines, la résorcine seule donne des matières colorantes; et quant aux phénols azotés qui donnent la réaction, l'azote doit toujours être dans la position para par rapport à un hydroxyle.

H. Brunner et Ch. Kræmer. Action de l'eau régale bromhydrique sur les substances organiques. (*Berichte*, XVII, p. 1872. Lausanne.)

La résorcine traitée par un mélange d'acides bromhydrique et azotique donne une matière colorante $C_{36}H_{25}BrN_2O_{10}$, qui résulte sans doute de la formation intermédiaire d'une certaine quantité de nitrorésorcine. Les auteurs pensent que

sa constitution est analogue à celle de l'azorésorcine. L'orcine donne également une matière colorante.

Ch. Kræmer. Matières colorantes dérivées des phénols. (*Berichte*, XVII, p. 1875. Lausanne.)

Lorsqu'on chauffe avec l'acide sulfurique un mélange de résorcine et de nitrotoluène, on obtient l'éther diméthylique de l'azorésorufine. Il y aurait donc une transposition du groupe méthyle.

Sous l'action du réactif de Liebermann (acide sulfurique nitrosé), le phénol donne deux matières colorantes, $C_{18}H_{15}NO_3$ et $C_{18}H_{17}NO_5$, qu'on sépare en extrayant la première par l'éther. Traitée de même, l'orcine donne aussi deux corps, $C_{21}H_{21}NO_6$ et $C_{21}H_{21}NO_7$, tandis qu'avec le réactif de Weselsky (acide azotique nitrosé), elle donne un corps $C_{14}H_{11}NO_3$ qu'on obtient aussi en traitant par l'acide sulfurique un mélange d'orcine et de nitroso-orcine.

La nitroso-orcine, préparée par le nitrite d'amyle, constitue de petits prismes rouge-foncé se décomposant sans fondre à 40°.

H. Brunner et W. Robert. Matières colorantes dérivées des phénols. (*Berichte*, XVIII, p. 373. Lausanne.)

En préparant la nitrosorésorcine par l'action du nitrite d'amyle sur la résorcine monosodée, il se dépose des eaux-mères un mélange de deux matières colorantes. L'une, $C_{18}H_{15}NO_6$, soluble dans l'éther, se dissout dans les alcalis en bleu-violet avec fluorescence brune, dans les acides en rouge; elle est sans doute en rapport étroit avec le dérivé

$$C_{36}H_{25}BrN_2O_{10}$$

mentionné plus haut. L'autre couleur n'a pu encore être purifiée.

Dans la préparation de la nitroso-orcine, il se forme aussi une matière colorante.

O. Stadler. Recherches sur les Mercaptans. (*Berichte*, XVII, p. 2075. Zurich.)

Lorsqu'on traite par la soude caustique un mélange dans de l'eau froide d'acide diazobenzolsulfonique et de mercaptan éthylique, on obtient de petites aiguilles facilement explosibles qui ont la constitution d'un corps diazoïque :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} N:N.S.C_2H_5 \\ SO_3Na \end{matrix}$$

et non pas, comme on aurait pu s'y attendre, par analogie avec les phénols, celle d'un corps azoïque :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} N:N.C_2H_4.SNa \\ SO_3Na \end{matrix}$$

Par ébullition de la solution aqueuse, cette substance perd son azote et donne l'acide sulfonique du sulfure double d'éthyle et de phényle. On peut retirer de là le sulfure, $C_6H_5.S.C_2H_5$, qui est un liquide bouillant à 204°.

En partant du diazobenzol lui-même, on obtient une huile, probablement $C_6H_5.N_2.S.C_2H_5$, qu'il n'a pas été possible de purifier et qui se décompose à la distillation en sulfure d'éthyle et de phényle et azote.

Le mercaptan phénylique donne des résultats analogues.

Enfin, l'auteur indique une méthode qui pourra être utile, si l'on veut préparer rapidement une petite quantité de mercaptan phénylique, et qui se fonde sur l'équation :

$$C_6H_5.SO_3Na + KSH = NaKSO_3 + C_6H_5SH.$$

H. Fritz. Relation entre diverses propriétés physiques des éléments. (*Berichte*, XVII, p. 2160. Zurich.)

L'auteur croit avoir trouvé une relation entre la chaleur spécifique (s), le poids spécifique, le poids atomique et la température de fusion des corps simples, relation qui serait :

$$As.Ds = \sqrt[3]{ts}$$

Cette formule lui a permis de déduire des trois autres données la chaleur spécifique d'un grand nombre de métaux, et il a obtenu ainsi des chiffres qui se rapprochent de ceux qui ont été trouvés expérimentalement. Cependant, tandis que pour les métaux lourds il compte la température de fusion à partir de —73° C., il est obligé, pour les métaux alcalins, de prendre une valeur de *t* plus ou moins modifiée.

L'auteur observe aussi que les chaleurs dégagées par la combinaison des divers métaux avec le chlore et l'oxygène suivent une progression inverse de celle des conductibilités électriques et calorifiques.

C. Schall. Relation entre le poids moléculaire et la vitesse de vaporisation des liquides. (*Berichte,* XVII, p. 2199. Zurich.)

L'auteur a formulé la loi suivante : le temps que mettent les liquides à se transformer en vapeur est en raison inverse de leur poids moléculaire (*Archives,* XII, 356 et 589).

Il a construit, pour la vérifier, un nouvel appareil, qui permet d'apprécier le temps que met un volume donné de liquide à se vaporiser, mais par suite de l'influence qu'exercent le frottement, la diffusion, la cohésion, etc., les données de l'appareil ne sont comparables qu'autant que les corps à comparer n'ont pas des poids moléculaires très différents.

Schall a vérifié en outre sur une série de substances que les chaleurs de vaporisation (à 760 mm.) sont inversément proportionnelles aux poids moléculaires, et par conséquent proportionnelles aux temps de vaporisation.

On sait que la densité de vapeurs de certaines substances n'est normale que bien au-dessus de leur point d'ébullition. Ainsi la vapeur de l'acide acétique, qui pèse 60 à 250° ($C_2H_4O_2$), se rapproche de 90 à 120°, et l'on s'est demandé quelle pouvait bien être la grandeur moléculaire de ce corps à l'état liquide. En se fondant sur les vitesses et les chaleurs de vaporisation, Schall trouve que l'acide acétique et l'acide formique doivent posséder à l'état liquide les poids moléculaires 90 et 69.

C. Schall. La cohésion et la loi de la gravitation. (*Berichte*, XVII, p. 2555. Zurich.)

Les recherches qui précèdent ont amené l'auteur à étudier l'influence de la température sur la cohésion et l'adhésion. Il a construit un appareil qui lui permet de mesurer avec des poids l'intensité de l'attraction entre deux couches liquides aux diverses températures. Les résultats fournis par cet appareil coïncident parfaitement avec les valeurs calculées *a priori* à l'aide d'une formule qu'il a déduite de la loi de la gravitation universelle. Voici, par exemple, les résultats fournis par la chlorobenzine :

Température.	Poids spécifique.	Poids calculé.	Poids observé.
25,2°	1,1046	—	12,97
30,5°	1,0989	12,80 gr.	12,81
48,2°	1,0856	12,40	12,44
55,4°	1,0724	12,01	12,01

L'auteur arrive à cette conclusion que la cohésion est directement proportionnelle au carré des poids spécifiques et à la masse des molécules. Cette loi permet de calculer approximativement la température critique d'une substance dont on connaît la cohésion à deux températures différentes.

Schall communique en outre les résultats suivants :

La loi qui vient d'être énoncée s'applique aussi à des liquides différents pris à leur point d'ébullition (à 50 mm.), mais la constitution atomique semble exercer une certaine influence sur l'intensité de la cohésion. Les poids spécifiques (et les cohésions) de deux liquides pris au point d'ébullition restent à peu près dans le même rapport aux différentes pressions. Il est probable que l'adhésion est soumise à la même loi que la cohésion. Enfin, les hauteurs d'ascension dans les tubes capillaires diminuent, en général, avec l'élévation de la température proportionnellement au carré et à la puissance $^2/_3$ des poids spécifiques.

M. Nencki. Acide rhodanique. (*Berichte*, XVII, p. 2277. Berne.)

En chauffant une solution aqueuse de sulfocyanate d'am-

monium, $NC.S.NH_4$, avec de l'acide chloracétique, l'auteur avait obtenu en 1876 l'acide rhodanique auquel il attribuait la constitution suivante :

$$\begin{matrix} NC.S \diagdown \\ HS.CH_2.CO \diagup \end{matrix}$$

Depuis lors, Liebermann a proposé une autre formule :

$$S:C<\begin{matrix} NH\text{———} \\ S.CH_2.CO \end{matrix}>$$

Or, l'acide rhodanique donne avec le fer la coloration rouge caractéristique du groupe NC.S—. Chauffé en vase clos avec de l'eau, il produit de l'acide sulfoglycolique $HS.CH_2.COOH$; avec la potasse, il donne du sulfocyanure de potassium. De toutes ces réactions, il faut conclure que l'acide rhodanique a bien la première formule.

Les aldéhydes acétique et benzoïque donnent avec l'acide rhodanique des produits de condensation fusibles à 148° et 200°.

$$HS.C(:CH.CH_3).CO.S.CN \qquad HS.C(:CH.C_6H_5).CO.S.CN$$

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 4 juin 1885.

H. Fol. Sur la queue de l'embryon humain. — F.-A. Forel. L'anneau de Bishop. — A. de Candolle. Lettre de M. Schweinfurth sur des plantes trouvées dans des tombeaux égyptiens. — E. Gautier, D'Espine. Analyse de divers travaux.

M. le prof. H. Fol fait une communication *sur la queue de l'embryon humain.*

Il y a peu de termes scientifiques aussi difficiles à définir que celui de la queue. Si l'on s'en tient aux vertébrés, il n'y a guère de rapport entre les choses désignées sous ce nom chez les poissons, les reptiles, les oiseaux ou les mammifères. Chez ces derniers il y a diverses espèces qui sont censées dépourvues de queue à l'état adulte : Les grenouilles, les cochons d'Inde, les singes anthropomorphes et l'homme en sont des exemples frappants. Mais pour n'être pas apparente la queue cesse-t-elle réellement d'exister ? Et si elle fait défaut, manque-t-elle à tous les âges ? Il importe en particulier de rechercher si l'embryon humain présente jamais à l'extrémité postérieure de son corps quelque chose qui mérite le nom de *queue.* Cette question devait donner lieu à un débat qui ne pouvait manquer d'être vif, tant que l'on n'avait pas fait les distinctions nécessaires et que l'on ne s'était pas entendu sur la stricte définition des termes.

Il y a lieu, tout d'abord, de distinguer les cas tératologi-

ques et les phénomènes bien autrement importants de l'embryogénie normale qui vont nous occuper; puis il faut s'entendre sur la signification du mot *queue.* Ce terme est-il applicable à tout appendice conique ou cylindro-conique de l'extrémité postérieure du dos, quels que soient les tissus qui le constituent, ou bien faut-il le réserver à un organe contenant un prolongement de la colonne vertébrale ? C'est cette dernière définition qui semble prévaloir; un appendice dépourvu de vertèbres n'est plus une véritable queue, dans le sens anatomique du mot, mais un simple prolongement caudal.

Dans les cas tératologiques décrits par L. Gerlach, Bartels et Ornstein, l'appendice caudal, tantôt filiforme, tantôt volumineux, que présentaient ces hommes ou ces embryons arrivés déjà aux derniers mois de la vie intra-utérine ne contenait aucune vertèbre incontestable, et le nombre total de ces pièces osseuses ne dépassait pas le chiffre régulier de l'homme normal.

En ce qui concerne de jeunes embryons, l'entente n'est pas possible, si l'on ne détermine au préalable le point où commencent les vertèbres caudales. Faut-il placer la limite au point où la queue se détache du corps ? ou faut-il se guider sur la position de l'anus ? ou bien nommera-t-on *caudales* toutes les vertèbres situées en arrière du sacrum ? C'est cette dernière manière de voir qui a prévalu en anatomie comparée, et l'on peut dire, à ce point de vue, que l'homme adulte possède une queue puisqu'il présente quatre ou cinq vertèbres coccygiennes, situées au delà du sacrum. Le minimum, sous ce rapport, est atteint par le Chimpanzé qui n'a que deux ou trois vertèbres coccygiennes, le cochon de mer en possède 7 en moyenne, bien qu'aucune ne fasse saillie sur le contour de la partie postérieure du corps.

Si l'on voulait appliquer le nom de queue à la portion de la colonne vertébrale située en dehors du tronc, il faudrait reconnaître que, dès l'âge de trois semaines et jusqu'à celui de deux mois et au delà, l'embryon humain est muni de cet organe, car à cette époque les vertèbres coccygiennes occupent l'axe d'un appendice cylindro-conique très appa-

rent et qui sort de l'extrémité postérieure du tronc. Si, avec His, on prend pour guide la position de l'anus, la queue sera moins longue, mais ne cessera pas d'être très apparente, surtout à l'âge de cinq ou six semaines.

Or on admet, comme absolument démontré, que cet appendice caudal de l'embryon humain ne contient jamais d'autres vertèbres que celles que l'on retrouve dans le coccyx de l'adulte. Ecker, qui donna avec conviction le nom de queue à l'extrémité postérieure de l'embryon humain, a déclaré qu'il n'y a jamais rencontré de vertèbres surnuméraires. Cet auteur a même étudié la queue, très bien formée, d'un embryon humain de 9^{mm}, et il décrit et figure toute la partie terminale comme constituée par un blastème informe. His y trouve cependant un prolongement de la corde dorsale et de la moelle épinière, mais point de segmentation. L'un et l'autre admettent qu'au delà de la 33me ou 34me vertèbre il n'y a plus aucune pièce de squelette.

Sur ce point capital, les recherches de M. Fol l'ont amené à un résultat diamétralement opposé à celui de ses devanciers. L'erreur de His provient de ce que les embryons les plus âgés dont il ait fait la reconstruction, ceux de 7^{mm} et une fraction, ont précisément 34 myomères, c'est-à-dire 33 vertèbres, et il admet, sans autre preuve, qu'il s'agit déjà de l'état définitif.

Précédemment M. Fol a présenté à la Société de Physique un résumé de son étude anatomique d'un embryon humain de 5^{mm} et 6 dixièmes, c'est-à-dire de 25 jours. Cet embryon n'avait encore que 33 somites, ce qui représente 32 vertèbres. Il y a donc une augmentation de nombre pendant la quatrième semaine. Ce fait l'engagea à rechercher si ce nombre n'irait peut-être pas encore en augmentant pendant la cinquième semaine et son attente ne fut pas trompée! L'embryon humain de 8^{mm} à 9^{mm}, âge où la queue atteint son maximum de proéminence, *possède un nombre de vertèbres supérieur à celui de l'adulte.*

Deux embryons, du plus bel aspect et parfaitement frais au moment où ils furent remis à M. Fol, ont été photographiés et puis ensuite traités et mis en coupes. Les séries de tranches

sont irréprochables, et l'une des deux, comprenant 320 sections, a été tout entière dessinée à la chambre claire avec le plus grand soin. En comparant ces 320 dessins, il est facile de compter, sans aucune chance d'erreur : 1° les ganglions rachidiens ; 2° les myomères; 3° les cartilages naissants des corps des vertèbres. Ces trois numérations se contrôlent mutuellement, puisqu'elles donnent toutes trois le même résultat : l'*embryon humain de* 8^{mm} *à* 9^{mm} *a* 38 *vertèbres*.

Ce résultat est confirmé encore par l'examen des photographies des pièces fraîches, car on y distingue facilement 35 myomères, et de plus, une région occupant le quart externe de la queue, où les limites ne sont plus visibles à travers la peau. Or les coupes nous apprennent que, dans ce dernier quart, contrairement à l'opinion de Ecker et de His, le mésoderme est divisé avec la plus grande netteté en une double rangée de somites qui s'étend jusqu'à la dernière extrémité de la queue, tout en présentant, il est vrai, des dimensions régulièrement décroissantes, jusqu'au 38me somite qui ne mesure plus que 37 microns de diamètre[1].

Ce fait n'a rien de tératologique; il est pleinement confirmé par plusieurs autres embryons que M. Fol possède, tous parfaitement normaux et d'âges un peu différents.

A l'exception des deux dernières, toutes les vertèbres caudales ont un blastème de corps cartilagineux semblable, sauf pour les dimensions, à celui de toute autre vertèbre de la série. Les deux dernières ne sont plus indiquées que par des myomères, parfaitement distincts du reste. L'extrémité même de la queue est formée par la terminaison du tube médullaire, recouverte seulement par la peau. La corde dorsale s'étend aussi jusque tout près de cette extrémité.

Les dernières vertèbres caudales n'ont qu'une existence très éphémère; déjà sur des embryons de 12^{mm}, c'est-à-dire de six semaines, la trente-huitième, la trente-septième et la trente-sixième vertèbre se confondent en une seule masse,

[1] Depuis que cette communication a été présentée, M. Fol a reçu un embryon humain de 9^{mm},30 sur lequel on peut à première vue compter à travers la peau 38 somites bien distincts.

et la trente-cinquième elle-même n'a plus des limites parfaitement nettes. Un embryon de 19^{mm} n'a plus que trente-quatre vertèbres, la trente-quatrième résultant évidemment de la fusion des quatre dernières; à ce moment, la queue dans son ensemble est déjà beaucoup moins proéminente.

Il résulte de ces faits que l'embryon humain, pendant la cinquième et la sixième semaine de son développement, est muni d'une queue incontestable régulièrement conique, allongée et qui mérite sous tous les rapports le nom que M. Fol lui donne.

L'inutilité complète de cet organe au point de vue physiologique est bien évidente. Sa présence ne peut donc pas s'expliquer par la supposition d'une adaptation au milieu ambiant. L'on est obligé d'avoir recours aux phénomènes d'hérédité pour comprendre l'existence éphémère de ce prolongement vertébral qui n'apparaît que pour disparaître aussitôt après.

M. Ed. Sarasin communique au nom de M. F.-A. Forel un mémoire *sur le cercle de Bishop, couronne solaire de 1883* [1].

M. le prof. Alph. de Candolle communique une lettre qu'il a reçue de M. Schweinfurth, en date du 22 mai, et relative aux dernières découvertes faites dans les tombeaux égyptiens, en ce qui concerne des plantes. La momie d'un certain Qent, de la XXme dynastie (1200 ans avant J.-C.), trouvée près de Thèbes, a présenté autour du col un collier de graines d'orge germées, sur la poitrine une guirlande de feuilles de céleri sauvage, mêlées de fleurs du nénuphar bleu. Le céleri offre, selon M. Schweinfurth, le troisième exemple d'analogie dans les rites funèbres entre l'Égypte et la Grèce; les autres sont les fèves et les pains d'orge. Des fruits qu'on avait cru d'abord être des jujubes, sont des noyaux d'olive, comme on l'a vu en les coupant. Les restes de l'olivier ne sont pas ordinairement aussi anciens. On les

[1] Ce mémoire a été inséré in extenso dans notre dernier numéro. *Archives*, 1885, t. XIII, p. 465.

rencontre surtout depuis l'époque des rapports avec la Grèce.

M. Emile GAUTIER montre une reproduction héliographique de la photographie du ciel étoilé de MM. Henry, donnant les étoiles jusqu'à la 14[me] grandeur.

M. Ad. D'ESPINE signale les résultats auxquels M. le D[r] Ferran, de Valence, croit être arrivé par son procédé d'inauculation du choléra.

Séance du 2 juillet.

Kammermann. Sur le minimum de nuit. — V. Fatio. Etude sur les Corégones. — J.-L. Soret. Détermination phothographique de la trajectoire d'un point du corps humain pendant les mouvements de locomotion. — J.-L. Soret. Travail de M. le prof. Cramer sur la distribution des eaux de Zurich dans ses rapports avec l'épidémie typhoïde de Zurich de 1884. — C. Soret. Sur la réfraction et la dispersion dans les aluns cristallisés. — C. Soret. Réflexion totale à la surface des corps biréfringents. — H. Fol. Recueil zoologique suisse. — Bolles Lee. Vade mecum du microtomiste.

M. KAMMERMANN donne lecture d'une étude *sur le minimum de nuit* [1].

M. V. FATIO communique à la Société les conclusions de ses observations *sur les Corégones* (*Féras diverses*) *de la Suisse*.

Les Corégones qui vivent emprisonnés dans seize lacs de la Suisse, entre 375 et 565 mètres d'élévation au-dessus de la mer, sont certainement d'origine marine et septentrionale. Il est plus que probable que leur réclusion dans le pays doit remonter au moment où, après la grande débâcle de la fin de l'époque glaciaire, les communications avec la mer devinrent trop étroites, rapides ou accidentées, pour permettre encore la circulation aux espèces du genre les moins aptes à lutter contre les courants. Ces poissons ont dû, depuis lors, se modifier lentement sous l'influence des conditions

[1] Voyez ci-dessus, page 5.

diverses de milieu, et peu à peu prendre les formes différentes que nous leur voyons aujourd'hui.

Il est bien possible que quelques-uns, dans certains petits lacs, dérivent directement des hôtes d'autres bassins plus grands et voisins. Cependant il semble que, pour quelques-uns aussi, il faille chercher de préférence le type en dehors de nos limites, et qu'issus au même degré d'une même souche, ceux-ci se soient simultanément modifiés dans les lacs différents où ils se trouvaient forcément confinés. C'est du moins ce que doit faire supposer la constatation de formes parallèles dans d'autres régions.

Deux types ont dû donner naissance à toutes les formes variées de Corégones qui habitent les lacs suisses, ainsi qu'à plusieurs de celles qui, sous des noms différents, habitent d'autres lacs, bien loin à l'ouest et au nord, en dehors de nos limites. L'un est le *Lavaret* de mer (*Salmo lavaretus*, Linné, *nec Cuvier*), qui remonte encore plus ou moins dans les eaux douces des régions septentrionales, et y a donné naissance à des formes lacustres voisines de quelques-unes de celles de nos lacs. L'autre, représenté aujourd'hui par une foule de formes lacustres très répandues, souvent voisines aussi de quelques-unes des nôtres, semble avoir échappé jusqu'ici à l'observation, dans sa forme originelle ou marine.

Bien qu'avec des prototypes communs, nos espèces puissent être considérées comme de simples formes locales, M. Fatio n'hésite pourtant pas à attribuer des noms spécifiques à des groupes de dérivés qui, depuis des siècles isolés et sans chance de retour, constituent maintenant comme une branche accidentellement séparée de l'arbre généalogique, avec ses divers rameaux secondaires et ses caractères particuliers.

Parmi les divers caractères qui ont été tour à tour invoqués dans l'étude des Corégones, il en est d'importances très différentes. Beaucoup peuvent être profondément modifiés par les conditions d'habitat; un certain nombre tiennent à des questions d'âge; enfin quelques-uns sont plus purement sexuels. M. Fatio estime que les moins sujets à varier sont ceux tirés de diverses parties de la bouche et des branchies. Ces derniers, tirés surtout du nombre et des proportions des

épines (*branchiospines*, faussement appelées dents branchiales) qui garnissent le bord antérieur des arcs branchiaux, peuvent être très précieux dans l'établissement de certains grands groupes de formes autrement distinctes. Cependant les auteurs qui s'en sont avantageusement servis dans ces dernières années, ont exagéré l'importance de certaines petites différences qui, loin d'avoir une valeur spécifique, doivent rentrer selon M. Fatio dans les limites actuelles de la variabilité de l'espèce. C'est du reste plutôt dans le concours d'un certain nombre de caractères comparés que dans l'examen exclusif de l'un d'entre eux qu'il faut chercher la détermination de l'espèce ou de la sous-espèce dans ce chaos de formes enchevêtrées.

Les Corégones suisses, *avec des formes moyennes*, n'affectent jamais ni le prolongement nasal, si accentué, du *C. oxyrhinchus* (Linné) des côtes et rivières de l'Europe septentrionale, ni la forme très allongée et retroussée de la mandibule inférieure qui caractérise le *C. albula* (Linné), du nord de notre continent, ni, à un degré comparable, la forte compression de la gorge et du museau qui distingue le *C. Muksun* (Cuv. et Val) de Sibérie, ni les formes très ramassées et élevées du *C. cyprinoïdes* (Pallas) du nord de la Russie. Ils portent tous des dents linguales et pharyngiennes bien développées, et paraissent, sous ce rapport, mieux pourvus que plusieurs des Corégones de régions plus septentrionales en Europe et de l'Amérique du Nord.

L'étude comparée des dites *formes moyennes* dans les régions moyennes et septentrionales des deux hémisphères, permet d'établir, pour celles-ci, la règle générale suivante :

a. A une bouche antérieure ou terminale correspondent généralement des branchiospines nombreuses et longues.

b. A une bouche inférieure correspondent généralement des branchiospines courtes et peu nombreuses.

Quelques exceptions se rencontrent chez des espèces ou sous-espèces *composées* qui semblent résulter d'un mélange des caractères des deux groupes ci-dessus.

Après tantôt quinze ans de recherches et de comparaisons minutieuses, M. Fatio est arrivé à la conviction que les 24 for-

mes que l'on peut distinguer dans les lacs de la Suisse, doivent être groupées dans deux espèces, qu'il nomme *Coreg. dispersus* et *C. balleus*, et entre lesquelles viennent se placer deux *composées*, *C. Suidteri* (mihi), propre au lac de Sempach, et *C. hiemalis* (Jurine) du Léman; *composées* qui pourraient bien être des dérivés anciens de l'une des premières combinée avec un représentant de l'autre, peu à peu disparu dans les conditions.

Le *Coreg. dispersus*, avec certains caractères particuliers et sous différentes formes, grandes ou petites, plus ou moins voisines du *C. Wartmanni* (Bloch), représente dans nos eaux le premier (*a*) des groupes ci-dessus définis. — Le *Coreg. balleus*, avec ses caractères propres aussi, et sous diverses formes plus ou moins voisines du *C. Fera* (Jurine), rentre à son tour dans le second (*b.*) des dits groupes principaux. Impossible d'entrer ici dans de plus amples détails sur les nombreuses sous-espèces et variétés de chacune de nos deux espèces.

Le *Lavaret* du Bourget, en Savoie, doit compter parmi les dérivés du *C. dispersus.*

Les Corégones lacustres et de grande taille, *C. Marœna* (Bloch) du nord de l'Allemagne et *C. Albus* (Lesueur) de l'Amérique du Nord, introduits, durant ces dernières années, dans plusieurs de nos lacs, le second jusque dans celui de St-Moritz, en Engadine, à 1800 mètres au-dessus de la mer, se rapprochent, par contre, du *C. Balleus* qui comprend aussi nos formes les plus grosses. Il est difficile jusqu'ici d'émettre une opinion bien fondée sur la réussite et l'avenir de ces importations.

Si, contrairement à ses principes, M. Fatio a dû créer des noms nouveaux pour quelques Corégones qui en possèdent déjà bien d'autres, c'est que les auteurs précédents ayant rarement recouru aux mêmes caractères différentiels, il ne lui était pas possible d'affirmer toujours la similitude complète de leurs types avec telle ou telle des formes de nos lacs, et que plusieurs des noms anciens, plus ou moins justifiés, eussent entraîné de nombreuses confusions.

A côté de la variabilité directement attribuable aux

influences de milieu, M. Fatio a trouvé encore deux sources principales de confusion : l'une dans le fait que quelques-uns de nos Corégones se présentent toujours sous deux formes parallèles, tantôt de tailles très différentes, tantôt de dimensions semblables, qui parfois multiplient ensemble dans les mêmes circonstances, mais qui sont susceptibles aussi de diverger par séparation accidentelle dans des conditions différentes, jusqu'à donner naissance à de nouvelles variétés; l'autre, dans la constatation de nombreux bâtards entre nos deux espèces dans les lacs, Zurich et Neuchâtel principalement, où les conditions locales entraînent communauté d'époque et de lieu de frai.

Tous les lacs suisses d'une certaine importance au nord des Alpes, 9 sur 16, y compris maintenant, suivant les observations de M. Fatio, Zurich, Neuchâtel et Bienne possèdent les deux espèces sous diverses formes; dans le Léman seul, parmi les grands bassins, le *C. dispersus* est remplacé par une composée. Dans chaque lac, les deux espèces, avec des formes particulières, demeurent franchement distinctes, aussi longtemps qu'une similitude de conditions de frai ne vient pas, comme à Zurich et Neuchâtel, interposer des formes bâtardes, sur certains points intermédiaires.

Tous les Corégones divers qui rentrent ici dans le *C. Dispersus* frayent, dans nos eaux, au fond, parfois à de grandes profondeurs, sauf les dits *Ballen* des lacs de Baldegg et Hallwyl, qui viennent par contre frayer le long des bords, dans très peu d'eau. L'époque de frai dans l'espèce peut varier avec les conditions, les sous-espèces et les variétés, du 20 juin au 20 janvier. Les époques les plus hâtives, pour les Corégones frayant au fond, se rencontrent dans les lacs centraux, plus véritablement alpins, de Thoune, Brienz, Zug et Quatre-Cantons, les plus tardives dans les lacs de plaine ou jurassiques de Zurich, Morat, Bienne et Neuchâtel. Le Lavaret, au lac du Bourget, fraye généralement de mi-novembre à mi-décembre.

Enfin, les formes appartenant à l'espèce du *C. Balleus* frayent, selon les lacs, au bord ou au fond, sur les pierres ou sur les herbes, entre la fin d'octobre et le commencement de

mars, la plupart en novembre ou décembre. Le *Kilchen* dans le lac de Constance serait la forme la plus précoce, tandis que la *Féra* du lac Léman serait la plus tardive. Les *Palées* (noire et blanche) de Neuchâtel, du reste assez semblables, frayent sur les deux rives du même lac, à des époques très différentes, l'une au fond, en janvier et février, l'autre au bord, dans le courant de novembre.

La nature et la température des eaux, ainsi que la configuration et le revêtement du fond des lacs, paraissent les principaux agents des divergences de formes et d'allures que nous remarquons dans chacun de nos bassins.

Il est intéressant de voir combien, dans un espace si limité, des conditions de milieu différentes ont pu profondément modifier en sens divers les caractères morphologiques et biologiques des premiers types naguère isolés dans nos eaux [1].

M. J.-L. Soret communique la note suivante :

Sur la détermination photographique de la trajectoire d'un point du corps humain pendant les mouvements de locomotion. Dans ses belles recherches sur la locomotion de l'homme et des animaux, M. Marey a obtenu, par la photographie, le tracé de la trajectoire de différents points du corps en mouvement : le procédé consiste à fixer au point voulu un petit objet brillant, tel qu'une boule métallique, par exemple, à exposer le sujet à une vive lumière et à prendre une épreuve photographique pendant la locomotion.

On obtient ainsi un tracé continu ou par points, suivant qu'on laisse agir constamment la lumière ou qu'on l'intercepte périodiquement [2].

En vue de certaines recherches spéciales, j'ai été conduit à faire l'essai de procédés un peu différents qui me paraissent pouvoir être avantageusement utilisés, dans quelques cas, pour l'étude de la locomotion de l'homme et de divers autres mouvements.

[1] De plus amples détails descriptifs, ainsi que deux tableaux de classification et de conditions de frai, paraîtront prochainement dans le n° 4 T. II du *Recueil zoologique suisse.*

[2] Voyez *Comptes rendus de l'Académie des sciences* de Paris, séances du 3 juillet 1882, 7 août 1882, 2 juin 1885.

I. Au lieu d'une boule réfléchissante, on dispose une petite lampe électrique à incandescence, analogue à celles que l'on emploie pour les bijoux électriques. Cette lampe se monte facilement sur une épingle ou sur une pièce de cuir qui s'adapte en un point quelconque du corps. Elle est en communication à l'aide de fils isolés, soit avec un petit accumulateur que le sujet porte avec lui, soit avec une pile fixe, auquel cas les fils de communication doivent être suffisamment longs et souples pour ne pas gêner le mouvement.

Le tracé photographique s'obtient sans difficulté en opérant dans une salle obscure ; il faut seulement que le courant soit assez intense pour produire une lumière vive et très-blanche.— On peut placer simultanément plusieurs lampes en différents points du corps. Il n'y a pas de difficulté à obtenir des intermittences périodiques, en cas de besoin, au moyen d'un écran mobile placé devant l'appareil photographique.

II. On peut remplacer la lampe à incandescence par un tube ordinaire de Geissler, à azote, que l'on met en communication avec un appareil d'induction. Il convient de masquer les parties larges du tube à ses deux extrémités, par un écran percé d'un trou correspondant à la partie effilée du milieu du tube de Geissler. — On a ainsi une lumière intermittente, chaque décharge donnant lieu à un petit trait rectiligne. L'espacement de ces traits est proportionnel à la vitesse du mouvement. Ce procédé présente aussi l'avantage de donner les variations d'inclinaison du corps mobile; ainsi, supposons que le tube de Geissler soit fixé à la jambe du sujet parallèlement à celui-ci : à l'épreuve la direction des traits indiquera pour chaque instant l'inclinaison de la jambe.

III. On réussit également en substituant au tube de Geissler des étincelles d'induction produites entre des électrodes métalliques. Toutefois le procédé m'a paru d'un emploi moins facile.

M. J.-L. Soret présente à la Société, au nom de M. le prof. C. Cramer, une publication importante *sur la distribution des eaux de Zurich dans ses rapports avec l'épidémie typhoïde de 1884*. — Ce travail a été rédigé par une Com-

mission nommée pour l'étude de cette question, et dont M. Cramer faisait partie.

M. Ch. Soret communique quelques nouveaux résultats de ses recherches *sur la réfraction et la dispersion dans les aluns cristallisés*. Il a examiné avec les mêmes précautions que précédemment (voyez *Archives*, 1884, XII, 553, et 1885, XIII, 5) les aluns sulfuriques chrome-césium, indium-rubidium, indium-césium, gallium-ammonium, gallium-potassium, gallium-rubidium. Ces trois derniers sels ont été préparés avec du gallium pur, dû à l'inépuisable obligeance de M. Lecoq de Boisbaudran. Les indices obtenus sont les suivants :

	$Cs^2Cr^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$	$Rb^2In^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$	$Cs^2In^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$	$Am^2Ga^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$	$K^2Ga^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$	$Rb^2Ga^2(SO^4)^4$ $+24\ H^2O$
a	1.47627	1.45942	1.46091	1.46390	1.46118	1.46152
B	1.47732	1.46024	1.46170	1.46485	1.46195	1.46238
C	1.47836	1.46126	1.46283	1.46575	1.46296	1.46332
D	1.48100	1.46381	1.46522	1.46835	1.46528	1.46579
E	1.48434	1.46694	1.46842	1.47146	1.46842	1.46890
b	1.48491	1.46751	1.46897	1.47204	1.46904	1.46930
F	1.48723	1.46955	1.47105	1.47412	1.47093	1.47126
G	1.49280	1.47402	1.47562	1.47864	1.47548	1.47581
Densité.	2.043	2.065	2.241	1.776	1.895	1.962

Les relations réciproques de ces indices paraissent être les mêmes dans les séries de l'indium et du gallium que dans celles de l'aluminium et du fer. L'alun de chrome-césium a un indice plus faible que celui que l'analogie aurait conduit à lui attribuer. Ce fait, en raison des précautions minutieuses qui ont été prises, ne semble pas pouvoir être attribué à une impureté des cristaux examinés.

M. Charles Soret signale un travail récent de M. Th. Liebisch *sur l'interprétation de la réflexion totale à la surface des corps biréfringents*, et fait observer que les principaux résultats de M. Liebisch peuvent être obtenus géométriquement d'une manière assez simple, en partant de la construction bien connue d'Huyghens.

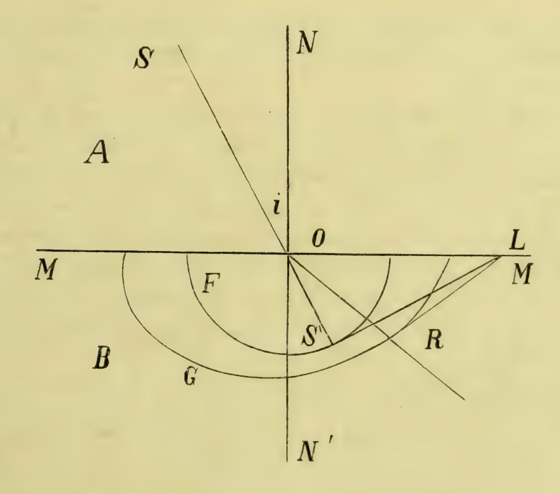
On sait que lorsqu'un corps monoréfringent est plongé dans un liquide d'indice plus élevé, la vitesse V de la lumière dans ce corps peut se déduire de la vitesse v dans le liquide et de l'angle limite de réflexion totale I, par la relation

$$\frac{1}{v} \sin I = \frac{1}{V} \qquad (1)$$

V, dans ce cas, est à la fois la vitesse du rayon lumineux et la vitesse de propagation normale de l'onde plane réfractée.

Quelle est maintenant la signification physique de la quantité V, déduite de l'équation (1), lorsque le corps à la surface duquel s'effectue la réflexion totale est un cristal biréfringent ?

Soit MM le plan de séparation de deux milieux homogènes, l'un A monoréfringent, l'autre B quelconque et moins réfringent que A. Soit SO un rayon incident quelconque, SON le plan d'incidence, sur lequel la fig. 1 est supposée



projetée. Pour obtenir, par la construction d'Huyghens, le rayon réfracté et l'onde plane réfractée, nous devons d'abord

tracer autour de O comme centre, une sphère F de rayon v; prolonger SO jusqu'à sa rencontre en S′ avec F; et mener en S′ un plan tangent à F. Ce plan sera évidemment normal au plan d'incidence, et coupera le plan réfringent MM suivant une droite L, également normale au plan d'incidence. On a alors

$$\sin \mathrm{NOS'} = \cos \mathrm{S'OL} = \frac{\mathrm{OS'}}{\mathrm{OL}}$$

ou

$$\sin i = \frac{v}{\mathrm{OL}} \qquad (2)$$

à la limite de réflexion totale on aura donc

$$\sin \mathrm{I} = \frac{v}{\mathrm{OL}}$$

relation qui, comparée à l'équation (1), montre que OL représentera à ce moment la quantité V, dont nous cherchons l'interprétation.

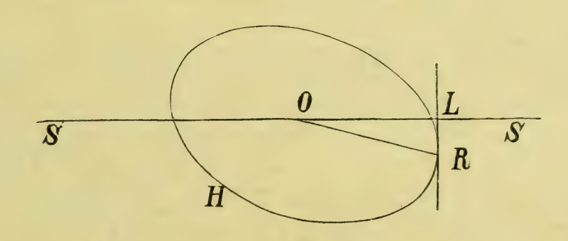
Reprenons la construction générale. Nous devons maintenant tracer, autour de O comme centre, la surface de l'onde (surface de Fresnel, Strahlenfläche) relative au milieu B; soit G cette surface que nous laissons indéterminée comme la structure du milieu B elle-même. Par la droite L nous devrons mener à G un plan tangent, qui sera encore normal au plan d'incidence, et représentera l'onde plane réfractée; le point de contact R sera généralement en dehors du plan d'incidence, et OR sera le rayon réfracté.

Augmentons progressivement l'angle d'incidence i; la construction sera possible, et la réfraction aura lieu régulièrement tant que la droite L sera extérieure à la surface G. Dès que L coupera G, on ne pourra plus mener le plan tangent qui représente l'onde réfractée, et il y aura réflexion totale. A la limite de réflexion totale, L sera tangente à G, donc la dernière onde plane réfractée qu'il sera possible de con-

struire aura son point de contact R avec G sur la droite L elle-même, c'est-à-dire sur le plan réfringent. Il est clair d'ailleurs que l'inclinaison de cette onde plane sur le plan réfringent dépendra de la forme de la surface de l'onde, et que le point de contact R ne sera généralement pas dans le plan d'incidence.

Donc *à la limite de réflexion totale 1° le rayon réfracté est compris dans le plan réfringent, mais s'écarte généralement du plan d'incidence; 2° la normale à l'onde plane réfractée est, comme toujours, comprise dans le plan d'incidence, mais s'écarte généralement du plan réfringent.*

Prenons maintenant MM pour plan de la figure 2. Soit SS la trace du plan d'incidence, et H l'intersection de MM avec la surface de l'onde G. A la limite de réflexion totale, la droite L, perpendiculaire au plan d'incidence, est, comme nous venons de le voir, tangente à la courbe H; OR est le rayon réfracté; OL=V, dont nous cherchions l'interprétation,



est donc *la projection sur le plan d'incidence de la vitesse du rayon réfracté.* Si l'on fait tourner le plan d'incidence autour de la normale en O à la surface de séparation des deux milieux, la *courbe, lieu des points* L, *que l'on pourra déduire de la détermination des angles limites, sera la podaire par rapport au point O de la section faite sur le plan réfringent dans la surface de l'onde décrite autour de O comme centre.*

Ces résultats étant indépendants de la forme de la surface de l'onde, s'appliquent à un milieu homogène anisotrope quelconque.

M. H. Fol fait hommage à la Société des numéros 2 et 3

du tome II de son *Recueil zoologique suisse.* Le numéro 2, qui a paru le 14 avril de cette année, contient les articles suivants :

Rodolphe Rubattel. Recherches sur le développement du cristallin chez l'homme et quelques animaux supérieurs, avec 2 planches, suivi de remarques par E. Bugnion. — Maurice Bedot. Contribution à l'étude des Vélelles, avec une planche. — Henri Blanc. Développement de l'œuf et formation des feuillets primitifs chez la Cuma Rathkii (Kröyer), avec une planche. — E.-G. Balbiani. Sur un infusoire parasite du sang de l'Aselle aquatique (Anoplophrya circulans), avec une planche. — Hermann Fol et Stanislas Warynski. Sur la méthode en tératogénie, en réponse à un article de Dareste. — Maurice Schiff. Remarques sur l'innervation des cœurs lymphathiques des Batraciens anoures, 2me partie, action réflexe. — Edmond Perrier. Sur les ambulacres des Échinodermes, en réponse à un mémoire de M. Niemiec.

Le numéro 3 du tome II est sorti de presse le 20 juin dernier, et renferme :

Arthur Bolles Lee. Les balanciers des diptères, leurs organes sensifères et leur histologie, avec une planche. — Nathan Lœwenthal. Les dégénérations secondaires de la moelle épinière consécutives aux lésions expérimentales médullaires et corticales, avec 2 planches. — Godefroy Lunel. Sur la variation dans les œufs du Vautour moine, avec 2 planches. — J. Niemiec. Encore un mot sur les ambulacres des Echinodermes.

M. H. Fol présente au nom de M. A. Bolles Lee l'ouvrage qu'il a publié dernièrement sous le titre *The microtomist's vade-mecum, a handbook of the methods of microscopic anatomy*, London, 1885, 1 vol.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUIN 1885

Le 1er, forte bise à 4 h. du soir.
2, très forte bise de 10 h. du matin à 7 h. du soir; lueur crépusculaire à 8 h. du soir.
4, auréole cuivrée autour du soleil reparaît à 7 h. 1/2 du soir.
5, auréole cuivrée autour du soleil; éclairs continus au NE. depuis 9 h. 20 m. du soir.
7, éclairs au N. depuis 8 h. du soir.
8, à 6 h. du soir éclairs à l'ESE. fort vent du S. et petite averse pendant 3 minutes à 6 h. 26 minutes L'orage passe au N.
9, tonnerre au NE. à 5 h. 34 m. du soir; éclairs au NNE. à 10 h. du soir.
10, forte bise depuis 4 h. du soir.
11, forte bise de 4 à 7 h. du soir.
14, fort vent du S. depuis 9 h. du soir; éclairs au NNE. à 9 h.; forte averse à 10 h. 20 m. du soir.
15, éclairs au S. et au SE. depuis 8 h. du soir.
16, éclairs et tonnerres au S. de 2 h. 52 m. à 4 h. 5 m. du soir; forte averse à 3 h. 45 m.
20, tonnerre à 10 h. 1/2; fort vent vers minuit.
21, forte averse à 5 h. 55 m. du soir; à 6 h. 6 m. pluie mêlée de grésil.
22, aucune auréole autour du soleil.
23, l'auréole solaire reparaît.
26, éclairs et tonnerres au N. à 4 h. 59 m. du soir accompagnés d'une forte bise durant quelques minutes; l'orage passe à l'O. de l'observatoire. A 6 h. 55 m. du soir nouveaux éclairs et tonnerres à l'OSO.
28, éclairs et tonnerres au NE. à 4 h. du soir; l'orage passe à l'O. Forte pluie mêlée de grêlons à 5 h. 43 m. L'orage dure pendant toute la soirée dans toutes les directions; forte averse à 7 h. 45 m. du soir.
29, éclairs et tonnerres au SSE. de midi et demi à 3 h. 45 m. du soir; l'orage passe à l'O.
30, éclairs et tonnerres à l'O. de midi 12 m. à midi 45 m.; très forte averse de midi et demi à midi 45 m.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 4 à 5 h. soir	727,58
Le 6 à 8 h. matin	730,53		
		8 à 5 h. soir	721,62
13 à 8 h. matin	730,50		
		17 à 2 h. soir	721,82
19 à 5 h. matin	726,62		
		20 à 4 h. soir	724,25
22 à 11 h. matin	732,73		
		25 à 6 h. soir	724,65
26 à 11 h. soir	728,65		
		28 à 4 h. soir	721,08

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o					mm.				o	o	cm
1	730,41	+ 4,12	730,03	731,09	+16.49	+ 1,15	+13,4	+20,1	685	— 19	520	850	...	...	NNE. 1	0,70	+15,0	+ 1,3	101,7
2	730,15	+ 3,82	729,11	731,18	+15,78	+ 0,32	+10,2	+20,5	569	—135	350	730	...	...	NNE. 2	0,00	15,0	+ 1,2	103,0
3	729,53	+ 3,15	728,12	730,99	+14,67	— 0,91	+ 9,5	+20,4	639	— 65	500	760	...	...	N. 1	0,00	16,0	+ 2,0	106,5
4	728,79	+ 2,37	727,58	730.39	+16,91	+ 1,21	+ 9,2	+21 3	680	— 24	490	880	...	...	N. 1	0,03	16,5	+ 2,4	107,0
5	729,15	+ 2,69	728 18	730,10	+21,23	+ 5,41	+12,1	+28,0	609	— 95	360	880	...	...	SO. 1	0,23	16,9	+ 2,7	108,8
6	729,37	+ 2 87	728.04	730,53	+21,81	+ 5,87	+12,2	+29,0	574	—130	380	850	...	...	SSO. 1	0,40	16,5	+ 2,2	112,2
7	727,36	+ 0,82	725,39	729,00	+21,39	+ 5,33	+13,0	+29,1	565	—139	230	830	...	...	variable	0,48	...	.....	113,0
8	723,74	— 2,84	721,62	725,55	+20,82	+ 4,65	+11,9	+27,9	580	—124	350	860	0,1	...	S. 1	0,78	17,4	+ 2,9	118 0
9	723,51	— 3,11	722,74	725,04	+18,79	+ 2,51	+12,5	+24,7	704	0	570	860	...	...	N. 1	1,00	17,7	+ 3,1	124,7
10	724,63	— 2,03	723,18	725,62	+17,79	+ 1,40	+12,7	+22.0	770	+ 67	680	920	...	...	NNE. 2	1,00	17,8	+ 3,0	125,8
11	728,18	+ 1,48	725,46	729,80	+12,06	— 4,44	+ 9,8	+12.5	852	+149	760	980	8,2	7	NNE. 1	1,00	17,7	+ 2,8	130,0
12	729,58	+ 2,84	729,04	730,28	+13,56	— 3,05	+ 9,5	+17,6	725	+ 22	610	840	...	...	N. 1	0,87	16,5	+ 1,5	131,2
13	729,51	+ 2,73	728,56	730,50	+16,37	— 0.34	+ 9.5	+21,8	719	+ 17	540	940	...	...	N. 1	0,08	16,9	+ 1.8	133,0
14	728,98	+ 2,17	727,10	730,06	+20.11	+ 3,29	+12,6	+26,4	661	— 41	350	990	1,2	1	N. 1	0,27	...	.....	135,0
15	727,03	+ 0,18	724.91	729,54	+21,50	+ 4,58	+14.0	+28,1	632	— 69	340	890	...	...	variable	0,25	16,8	+ 1.5	137,0
16	724.28	— 2,61	722,35	726,12	+19.93	+ 2,91	+15,0	+28,2	732	+ 32	410	920	3,5	1	N. 1	0,77	17,4	+ 2,0	139,5
17	722,99	— 3,93	721,82	723,90	+18,95	+ 1.84	+15,2	+24.8	822	+122	570	990	0,5	1	S. 1	0,93	17,9	+ 2,4	142,3
18	725,48	— 1,48	723.68	726,56	+17,84	+ 0.63	+14,8	+22,3	769	+ 70	510	900	4,3	2	SSO. 1	0,63	17,9	+ 2,3	147,5
19	725,81	— 1,18	724,53	726.62	+17,11	— 0.19	+11,2	+22,2	705	+ 6	460	980	...	...	N. 1	0,48	15,3	— 0,4	149,3
20	724,88	— 2,15	724,25	725,57	+18,78	+ 1,39	+11,4	+24,7	634	— 64	430	860	...	...	SSO. 1	0,75	15,5	— 0,4	150,9
21	727.98	+ 0,92	724,70	731,78	+13.49	— 4,29	+ 8,2	+18.5	726	+ 29	480	940	5,9	2	S. 1	0.95	...	.....	149,0
22	731.89	+ 4,80	731,08	732.73	+12.57	— 5,00	+ 5.9	+17,0	676	— 20	410	1000	0,3	...	N. 1	0.10	12,9	— 3,1	155,5
23	730,13	+ 3,01	728 00	732,10	+14.63	— 3,02	+ 6,2	+20 2	661	— 35	470	930	...	...	N. 1	0,00	13,1	— 3,1	155,0
24	727,23	+ 0,07	725,42	728,77	+18.03	+ 0,30	+ 9,5	+26 8	642	— 53	330	860	...	...	N. 1	0,00	14,2	— 2,0	156,2
25	725,71	— 1,48	724,65	726,60	+20,24	+ 2,43	+12 2	+26,6	595	— 99	460	830	...	...	variable	0,40	15,7	— 0,7	156,0
26	726.76	— 0,46	725,52	728,65	+21.52	+ 3,64	+14.6	+29.4	622	— 71	380	880	...	...	variable	0,72	16,9	+ 0.5	157,0
27	727,03	— 0,22	725,24	728,59	+20.68	+ 2,72	+13,4	+26,8	719	+ 27	550	930	...	...	N. 1	0,05	17,7	+ 1,2	154,0
28	723,69	— 3,59	721,08	725,76	+21,51	+ 3,48	+15,8	+28,6	715	+ 24	440	930	7,0	2	variable	0.53	...	.....	156 0
29	723,07	— 4 23	722.34	723,79	+17.93	— 0.16	+14,5	+23,6	845	+154	650	1000	8,1	6	N. 1	0.88	20,3	+ 3,6	161,3
30	723,05	— 4,28	722.25	724.18	+15.88	— 2.28	+13,0	+21.0	885	+195	740	1000	13,1	3	SSO. 1	1,00	19,7	+ 2.9	167,0

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	728,01	728,01	728,50	728,33	727,42	726,64	726,82	727,57
2e »	726,89	726,77	727,10	727,12	726,49	725,96	726,15	726,89
3e »	726,91	726,85	727,16	726,97	726,33	725,85	726,20	726,95
Mois	727,27	727,21	727,58	727,47	726,75	726,15	726,39	727,14
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,67	+12,68	+16,46	+20,39	+22,83	+23,34	+20,86	+17,32
2e »	+14,91	+13,56	+16,03	+18,59	+21,12	+20,87	+19,34	+16,54
3e »	+14,46	+12,63	+16,87	+19,72	+21,19	+21,50	+18,34	+16,23
Mois	+14,68	+12,96	+16,45	+19,57	+21,72	+21,90	+19,52	+16,69
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	768	842	718	561	497	476	544	693
2e »	848	903	796	677	583	557	653	785
3e »	841	908	741	594	555	559	688	784
Mois	819	884	752	611	545	531	628	754

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+11,67	+ 24,30	+ 16,54	0,46	0,1	112,07
2e »	+12,30	+ 22,86	+ 16,88	0,60	17,7	139,57
3e »	+11,33	+ 23,85	+ 16,31	0,46	34,4	156,70
Mois	+11,77	+ 23,67	+ 16,58	0,51	52,2	136,11

Dans ce mois l'air a été calme 5,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,64 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 5°,9 E. et son intensité est égale à 35,0 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1885.

Le 1er, brouillard le matin et depuis 7 h. du soir; forte bise depuis 1 h. du soir.
2, forte bise à 10 h. du matin.
8, fort vent à 10 h. du matin, et depuis 7 h. du soir.
9, fort vent tout le jour; brouillard à 10 h. du matin.
10, fort vent de 7 h. du soir à 7 h. du matin du jour suivant.
11, brouillard tout le jour.
16, fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
17, fort vent jusqu'à 4 h. du soir; brouillard le matin et de 1 à 4 h. du soir.
18, brouillard jusqu'à 7 h. du soir.
19, brouillard à 10 h. du soir.
20, brouillard à 7 h. du matin.
21, très forte bise depuis 10 h. du matin; brouillard à 10 h. du matin, puis neige.
22, forte bise tout le jour; brouillard à 7 h. du matin.
23, forte bise jusqu'à 7 h. du soir.
25, brouillard depuis 7 h. du soir.
26, brouillard à 10 h. soir.
28, orage entre 5 h. et 6 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
29, fort vent depuis 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.
30, fort vent jusqu'à 1 h. du soir; neige à 10 h. du matin; brouillard depuis 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à minuit	569,50		
		Le 2 à 6 h. matin	567,54
6 à 10 h. soir	571,70		
		9 à 5 h. matin	565,30
9 à 10 h. soir	567,81		
		12 à 4 h. matin	566,30
14 à 11 h. soir	571,24		
		17 à 2 h. soir	564,70
18 à 11 h. soir	566,47		
		21 à 5 h. soir	563,24
23 à 11 h. soir	569,16		
		25 à 5 h. soir	567,44
26 à 11 h. soir	570,18		
		30 à 4 h. soir	563,73

SAINT-BERNARD. — JUIN 1885.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.				
1	568,27	+ 2,59	567,68	569,50	+ 1,29	— 1,38	0,0	+ 4,9	.....	.....	....	NE.	2	0,95
2	568,04	+ 2,27	567,54	568,41	+ 2,44	— 0,35	0,0	+ 4,9	.....	.....	....	NE.	1	0,12
3	568,76	+ 2,90	567,97	569,66	+ 5,36	+ 2,46	— 0,2	+ 8,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
4	570,16	+ 4,22	569,20	571,15	+ 6,44	+ 3,43	+ 2,2	+10,4	.....	.....	....	NE.	1	0,02
5	570,94	+ 4,92	570,58	571,68	+ 8,11	+ 4,99	+ 3,4	+12,0	.....	.....	....	NE.	1	0,37
6	571,42	+ 5,31	570,82	571,70	+ 7,22	+ 3,99	+ 4,3	+10,4	.....	.....	....	NE.	1	0,18
7	570,21	+ 4,02	568,70	571,20	+ 7,36	+ 4,02	+ 4,5	+11,8	.....	.....	....	SO.	1	0,43
8	567,26	+ 0,99	566,59	568,48	+ 5,49	+ 2,04	+ 3,5	+ 8,7	.....	5,5	....	SO.	2	0,50
9	566,25	— 0,10	565,30	567,81	+ 4,61	+ 1,06	+ 3,0	+ 7,2	.....	.....	....	SO.	2	0,80
10	567,31	+ 0,88	567,10	567,50	+ 3,84	+ 0,19	+ 2,6	+ 6,0	.....	4,0	....	SO.	1	0,97
11	566,72	+ 0,21	566,34	567,02	+ 2,99	— 0,76	+ 2,2	+ 5,9	.....	.....	....	SO.	1	1,00
12	567,73	+ 1,14	566,30	569,24	+ 5,71	+ 1,86	+ 2,2	+ 8,4	.....	.....	....	SO.	1	0,35
13	570,11	+ 3,44	569,13	571,12	+ 6,34	+ 2,39	+ 3,8	+ 9,1	.....	.....	....	NE.	1	0,35
14	570,82	+ 4,07	570,42	571,24	+ 7,87	+ 3,83	+ 4,0	+11,4	.....	.....	....	SO.	1	0,30
15	569,45	+ 2,63	568,30	571,06	+ 7,96	+ 3,83	+ 4,2	+11,3	.....	.....	....	SO.	1	0,25
16	567,39	+ 0,49	566,30	568,84	+ 6,04	+ 1,82	+ 4,6	+ 7,7	.....	1,3	....	SO.	2	0,68
17	565,36	— 1,61	564,70	566,08	+ 3,01	— 1,30	+ 3,0	+ 5,6	.....	3,0	....	SO.	2	0,85
18	565,98	— 1,06	565,20	566,47	+ 4,36	— 0,04	+ 2,5	+ 9,2	.....	.....	....	NE.	1	0,82
19	565,93	— 1,18	565,48	566,37	+ 4,56	+ 0,07	+ 1,8	+ 8,2	.....	.....	....	NE.	1	0,25
20	565,14	— 2,04	564,79	565,80	+ 5,21	+ 0,63	+ 0,8	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,52
21	563,96	— 3,29	563,24	565,90	— 0,79	— 5,45	— 5,0	+ 5,6	70	8,2	....	NE.	3	0,95
22	567,08	— 0,24	566,00	568,40	— 2,09	— 6,83	— 6,4	+ 1,4	.....	.....	....	NE.	2	0,20
23	568,71	+ 1,32	568,04	569,16	+ 5,07	+ 0,27	— 1,2	+ 8,1	.....	.....	....	NE.	2	0,03
24	568,37	+ 0,92	568,01	568,94	+ 8,06	+ 3,16	+ 3,5	+11,4	.....	.....	....	NE.	1	0,15
25	567,75	+ 0,24	567,44	568,30	+ 8,31	+ 3,33	+ 4,2	+12,6	.....	.....	....	NE.	1	0,42
26	569,13	+ 1,56	568,34	570,18	+ 8,21	+ 3,16	+ 4,5	+12,6	.....	.....	....	NE.	1	0,70
27	569,65	+ 2,02	569,20	570,10	+10,01	+ 4,89	+ 5,4	+14,0	.....	.....	....	NE.	1	0,23
28	567,80	+ 0,11	566,62	569,50	+ 9,17	+ 3,98	+ 6,0	+14,1	.....	6,0	....	NE.	1	0,70
29	565,91	— 1,84	565,15	567,20	+ 6,19	+ 0,93	+ 4,8	+ 8,4	.....	.....	....	SO.	2	0,70
30	564,11	— 3,70	563,73	565,15	+ 2,79	— 2,54	+ 1,3	+ 6,6	.....	15,0	....	SO.	2	0,97

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUIN 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	569,05	568,51	568,75	568,98	568,88	568,77	568,83	569,11
2e » ...	567,66	567,32	567,34	567,50	567,51	567,33	567,35	567,71
3e » ...	567,55	567,10	567,12	567,32	567,22	567,05	567,12	567,51
Mois	568,08	567,65	567,74	567,93	567,87	567,72	567,77	568,11

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 4,48	+ 6,79	+ 7,79	+ 7,86	+ 5,11	+ 3,82
2e » ...	+ 4,64	+ 7,30	+ 7,84	+ 7,25	+ 5,45	+ 4,50
3e » ...	+ 4,47	+ 7,59	+ 8,77	+ 7,65	+ 5,15	+ 3,88
Mois	+ 4,53	+ 7,23	+ 8,13	+ 7,59	+ 5,24	+ 4,07

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 2,33	+ 8,51	0,43	9,5	—
2e » ...	+ 2,91	+ 8,58	0,54	4,3	—
3e » ...	+ 1,71	+ 9,48	0,51	29,2	70
Mois	+ 2,32	+ 8,86	0,49	43,0	70

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,44 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 23,3 sur 100.

Les observations météorologiques de Martigny manquent pendant le mois de juin.

ÉTUDE

SUR

L'ORGANISME HUMAIN

SOUMIS A UN TRAVAIL MUSCULAIRE

PAR

M. le Dr H. VERNET

1° DE LA MARCHE EN GÉNÉRAL.

En courant les bois et les Alpes, tant en chassant qu'en grimpant, j'avais été frappé de la rapidité du pouls. La simple curiosité me fit faire quelques observations, puis trouvant le sujet intéressant je l'étudiai.

J'eus connaissance d'un travail de M. le prof. Forel, sur le même sujet, et je vis avec plaisir que nos résultats étaient à peu près concordants. Je crois cependant utile de publier mes observations, car pour ce genre d'études, ce n'est que par un grand nombre d'expériences que l'on peut arriver à des données positives, et si beaucoup de mes observations confirment celles de M. Forel, d'autres ont été faites dans des conditions un peu différentes et leur serviront de complément.

J'ai en particulier quelques observations faites à des

altitudes plus grandes que celles atteintes généralement par M. Forel. J'aurais voulu pouvoir expérimenter au *Mont-Blanc,* comme l'ont fait les Drs Lortet et Marcet, mais le jour où je comptais faire cette ascension, j'ai été surpris aux *Grands-Mulets* par un orage avec brouillards, pluie, grêle, vent, etc., qui a duré toute la soirée, la nuit et le lendemain. Je n'ai donc pu continuer au-dessus de la cabane et j'ai dû redescendre à *Chamonix.*

Depuis lors j'ai fait l'ascension du *Strahlhorn,* 4192 m., et du *Mont-Rose,* 4638 mètres. Cette dernière cime n'étant que de 172 m. inférieure à celle du *Mont-Blanc,* les troubles physiologiques possibles ne doivent guère différer.

Outre le travail de M. Forel, je citerai fréquemment dans le cours de cette étude le grand ouvrage de M. Paul Bert : *La pression barométrique,* Paris, 1878 ; travail remarquable qui, à côté de beaucoup de faits nouveaux, contient un historique de la question, comme aussi de nombreuses citations des auteurs, ce qui facilite considérablement la tâche de ceux qui veulent étudier le sujet. J'y ai largement puisé, principalement pour les citations. Ce livre est le *Vade mecum* de ceux qui font une étude des effets de la pression atmosphérique, il présente en outre un grand intérêt pour l'ascensionniste qui, à côté du plaisir de la gymnastique alpine et de l'admiration du grandiose et du sauvage pittoresque des montagnes, cherche encore à ajouter à ses courses un troisième intérêt, intellectuel, celui-ci, et qui tend à donner tort à M. Bert sur un point.

Ce savant croit au ralentissement des fonctions intellectuelles chez les ascensionnistes; il traite même ces derniers avec un certain mépris ; je reviendrai plus loin

sur ce sujet, mais malgré tout le respect que j'ai pour les expériences de laboratoire, je crois qu'elles n'ont qu'à gagner à être reprises, quelquefois confirmées et souvent complétées par des expériences faites dans les conditions naturelles, c'est-à-dire pour ce qui nous occupe, sur les glaciers, sur les sommets, dans les brouillards et même au milieu des tourmentes de neige, de grêle, etc. Le pauvre touriste, quelque ramolli qu'il puisse paraître, pourra peut-être apporter son grain de sable au grand édifice scientifique.

Dans la plupart de mes expériences, j'ai tenu compte non seulement de la rapidité des mouvements du cœur, mais aussi de la fréquence respiratoire et surtout de la température du corps; il y a toujours un certain rapport entre ces deux fonctions et la chaleur que développe l'organisme.

Mes observations n'ont pas été faites toutes la même année, car, je dois le reconnaître à ma honte, je ne faisais pas les ascensions pour la science, et je ne chassais que par passion. Je prenais quelques notes sur un sujet qui m'intéressait, mais le *sport* était toujours le but principal de mes courses.

Quoique non continues, mes annotations ont cependant à mes yeux une certaine valeur. Ma santé a toujours été la même, excellente, mon poids n'a guère varié, c'est-à-dire que l'organisme en expérimentation a toujours été le même, ce qui, je le crois, est une garantie d'exactitude. On verra du reste que les expériences d'une année confirment celles de l'année précédente.

Je n'ai pas toujours trouvé les mêmes chiffres que M. Forel pour le nombre des pulsations et respirations, mais cela ne prouve rien. Les organismes en expérimen-

tation ne sont pas les mêmes et peuvent présenter quelques variantes comme constitution. M. Forel étant plus léger que moi, son transport exige moins d'efforts musculaires. Quant à la température, nos expériences concordent parfaitement. Je n'ai malheureusement pas pu étudier de sujets sérieusement atteints du mal des montagnes, et je ne sais si je pourrai jamais le faire. Il m'est bien arrivé de voir de mes compagnons souffrir d'une façon lamentable, ne plus tenir à rien, pas même à la vie, mais comment dans ces circonstances pourrait-on leur tendre un thermomètre, les priant de se l'introduire dans l'anus? ce n'est pas admissible! Je puis donc seulement dire que chez moi, aux grandes comme aux moyennes altitudes, j'ai toujours trouvé une augmentation dans la production de la chaleur.

Les expériences des Drs Lortet[1] et Marcet[2], dont M. Forel parle longuement, prouveraient qu'il y a un abaissement de température à mesure que l'on s'élève, puis comme déduction naturelle on doit arriver à admettre qu'un muscle qui se contracte produit de la chaleur, mais d'autre part il éprouve une perte de chaleur pour chaque effet mécanique produit, cette perte serait dans la haute montagne plus forte que la production. Je ne veux pas m'étendre davantage sur ce point, mes observations n'ayant jamais donné une diminution, et tout en reconnaissant la sagacité et le soin qu'ont apporté dans leurs

[1] Dr L. Lortet, Deux ascensions au Mont-Blanc en 1869. Recherches physiologiques sur le climat des montagnes. Paris, 1869.

[2] Dr W. Marcet, Observations sur la température du corps humain à différentes altitudes à l'état de repos et pendant l'acte de l'ascension. *Archives des sciences physiques et naturelles*, 5me série, t. XXXVI. Genève, 1869.

expériences les deux savants précités, j'ai la certitude que l'abaissement de température qu'ils ont constaté ne provient que d'un système d'expérimentation défectueux. M. Forel a du reste fait la critique de leur méthode, je ne reviens pas sur ce sujet.

Tout mouvement au bord de la mer réchauffe l'organisme, du moment qu'il y a effort musculaire il y a augmentation de combustion, plus fort dégagement de CO_2 par les voies respiratoires et production de chaleur. Il en est de même sur les hautes cimes, quoique plus l'air devienne rare et moins la combustion soit facilitée, mais avec les mouvements de l'ascension, la fréquence respiratoire augmente, la circulation s'accélère ; ce que l'on perd d'un côté, on le regagne de l'autre.

Au repos, la question de savoir si avec la dépression atmosphérique la fréquence et l'amplitude respiratoires augmentent, est des plus controversée. Le Dr Jourdanet qui a fait sur ce sujet des études suivies et très serrées, affirme le contraire pour un séjour prolongé [1].

« Ceux qui habitent à de grandes élévations respirent
« moins vite que les hommes dont le séjour est fixé près
« du niveau des mers. La rareté de l'air produit l'apathie
« du système musculaire. La poitrine s'en ressent pour
« sa part..... Presque toujours je constatais une diminu-
« tion dans le nombre d'ampliations de la poitrine.
« Quelquefois, assez souvent même, on oublie de respi-
« rer et l'on est obligé de remplacer le temps perdu en
« faisant des inspirations profondes.

Le Dr Mermod [2] dans le résumé de ses expériences

[1] Dr Jourdanet, Les altitudes de l'Amérique tropicale comparées au niveau des mers au point de vue de la constitution médicale. Paris, 1861 (cité dans Bert, p. 268).

[2] Dr Mermod, Nouvelles recherches physiologiques sur l'in-

dit : « Le séjour régulier et prolongé à 1100 m. au-
« dessus du niveau de la mer n'est accompagné d'aucune
« accélération des mouvements respiratoires. »

Beaucoup d'observateurs cependant ont trouvé une augmentation dans la fréquence respiratoire, Glaisher en ballon, le Dr Jaccoud[1], dans l'*Engadine*, compte 19 à 20 inspirations à la minute au lieu de 15, à *Paris*. La respiration aussi serait plus ample. Le Dr Armieux[2] a fait des expériences sur des infirmiers militaires envoyés à *Barèges*, 1270 mètres. La moyenne des inspirations à *Toulouse* était pour 14 de ces hommes, de 18,64, tandis qu'à *Barèges* elle montait à 20,70. Il a aussi constaté par des mensurations sur 90 infirmiers, qu'après un séjour de quatre mois à cette même station, et sans faire la cure, leur circonférence thoracique avait augmenté de 32,9mm au repos.

D'Orbigny[3] avait fait quelques autopsies d'Indiens ayant vécu à 3900 et 4400 m., les poitrines de ces hommes étaient très vastes, en longueur comme en largeur ; il constatait aussi que les cellules du tissu pulmonaire étaient plus grandes que les cellules des poumons qu'il avait examinés en France.

Le Dr Jourdanet[4] a fait la même observation pour

fluence de la dépression atmosphérique sur l'habitant des montagnes (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, n° 78. Lausanne, 1877).

[1] Dr Jaccoud, La station médicale de Saint-Moritz (Engadine). Paris, 1873.

[2] Dr Armieux, Effets physiologiques du climat et des eaux de Barèges. *Mém. de l'Acad. des sc. Ins. et Belles lett.* Toulouse, 7me série, t. IV, 1875.

[3] D'Orbigny, L'homme américain. Paris, 1839.

[4] Dr Jourdanet, Les altitudes de l'Amérique tropicale. Paris, 1861. Ces quatre auteurs cités par Bert, p. 310 à 317.

l'Indien du Mexique : « Il possède une poitrine dont « l'ampleur dépasse les proportions qu'on devrait atten- « dre de sa taille peu élevée..... »

Le Dr W. Marcet[1] « a trouvé qu'il y a augmentation « de la fréquence respiratoire lorsqu'on s'élève de 8115 « à 13685 pieds. »

P. Bert[2] « ne se prononce ni pour ni contre l'aug- « mentation de la fréquence respiratoire, il a observé « l'un et l'autre. En thèse générale la respiration s'accé- « lère quand la pression diminue. Mais rien n'est plus « irrégulier que ces modifications dans la rapidité respi- « ratoire. » Plus loin, p. 1111, il croit que l'on consomme généralement beaucoup plus d'O. que cela ne serait nécessaire, et il considère que ce que l'on appelle l'acclimatation sur les hautes cimes a simplement pour cause une moindre consommation d'O. dans un temps donné, une économie dans les combustions, économie qui, dans de certaines limites, n'empêche pas l'intégrité des fonctions organiques. Il fait même un calcul sur la quantité d'air qui passe par les poumons en 24 heures, sur la quantité de calories dépensées, etc..., et il en arrive à conclure p. 1114, que « nous faisons très probable- « ment dans les conditions habituelles de notre vie des « excès d'oxygénation comme des excès de nourriture, « deux sortes d'excès corrélatifs l'un à l'autre. Et de « même que les paysans, qui se nourrissent beaucoup « moins que nous, arrivent, utilisant tout ce qu'ils « absorbent à produire en chaleur et en travail un effet

[1] Dr W. Marcet, Résumé de recherches expérimentales sur la fonction respiratoire à diverses altitudes. *Arch. des sc phys. et nat.*, nº 246, p. 252. Genève, 1878.

[2] P. Bert, Pression barométrique, p. 712.

« utile égal, sinon supérieur, à celui des citadins; de « même qu'un montagnard basque muni d'un morceau « de pain et de quelques oignons accomplit des excur- « sions qui exigent du membre de l'*Alpine-club*, qui l'ac- « compagne, l'absorption d'une livre de viande, de même « il se peut faire que les habitants des hauts lieux arri- « vent à restreindre la consommation d'oxygène de leur « organisme, tout en conservant à leur disposition, soit « pour l'équilibre de température, soit pour la production « de travail, une même quantité de forces vives. Ainsi « s'expliquerait l'acclimatement des individus, des géné- « rations, des races. »

Il y a certainement un grand fond de vérité dans cette hypothèse, car enfin certaines personnes, c'est l'exception, je le reconnais, sont entièrement insensibles au mal des montagnes, et cela ne peut s'expliquer que par le fait que leur organisme a su s'accommoder à ces faibles pressions. Leur tissu pulmonaire permet peut-être un contact plus grand ou plus continu entre l'air inspiré et les globules du sang, l'hématose se fait plus facilement. Le sang est peut-être aussi plus riche en globules. Bref, ces touristes favorisés peuvent respirer sans difficulté aux grandes altitudes; il y a donc là-haut assez d'O. pour entretenir une vie parfaitement normale. Si d'autres, moins heureux, ne peuvent résister, c'est qu'ils ne savent ou plutôt ne peuvent utiliser entièrement l'O. mis à leur disposition. Ils ont un vice de constitution qui ne leur facilite pas la vie sous une aussi faible tension d'O. La disposition du moment y est aussi pour beaucoup. Aujourd'hui on souffrira plus que demain et moins qu'après-demain.

Si la fréquence respiratoire diminuait (au repos bien entendu), il ne parviendrait que peu d'O. aux poumons.

Un litre d'air au bord de la mer pèse 1 gr. 30 et contient 0 gr. 32 d'O. Au sommet du *Mont-blanc*, 4810 m., il ne contiendra plus que 0 gr. 18 d'O., un peu plus de la moitié, mais que resterait-il donc pour vivre sous une aussi faible tension d'O. si la respiration se ralentissait ?

Le Dr Jourdanet[1] admet du reste un appauvrissement du sang par un séjour prolongé aux grandes altitudes. Je cite textuellement :

« 1° Les globules et la pression barométrique sont « les régulateurs de la densité de l'oxygène dans le sang ;

« 2° Les troubles qui s'établissent dans l'une ou l'au- « tre de ces deux forces doivent nécessairement affecter « l'hémathose;

« 3° L'oxygène étant l'agent vital par excellence, sa « diminution dans le sang par défaut de pression doit « produire le même résultat;

« 4° C'est pour cela que les sujets qui respirent les « atmosphères des grandes élévations doivent avoir leur « santé altérée au même titre que les anémiques des « niveaux inférieurs;

« 5° L'anoxyhémie des altitudes a donc son analogue « dans l'anémie hypo-globulaire du niveau de la mer. »

Puis plus loin, p. 37 :

« 1° De 76 à 65 cent. le vide partiel n'a d'action que « sur la partie des gaz du sang qui s'y trouve retenue par « solubilité pure;

« 2° Sous l'influence de cette première dépression baro- « métrique, le dégagement d'acide carbonique est bien

[1] Dr Jourdanet, De l'anémie des altitudes et de l'anémie en général dans ses rapports avec la pression de l'atmosphère. Paris, 1863, p. 21. (Cité par P. Bert, p. 271.)

« supérieur à la perte d'oxygène, d'où résulte pour celui-
« ci une plus grande liberté d'action;

« 3° Il se peut donc qu'une élévation modérée ne di-
« minuant pas d'une manière sensible la densité de
« l'oxygène du sang, tandis qu'elle en soustrait une par-
« tie notable d'acide carbonique, agisse sur l'homme
« dans le sens d'une action tonique et fortifiante;

« 4° Quant à la partie d'oxygène qu'une affinité faible
« permet de considérer comme étant retenue par une
« action chimique, son dégagement du sang n'obéit à la
« dépression barométrique que lorsqu'elle approche de
« 60 cent.;

« 5° C'est donc à compter du voisinage de cette limite
« que la densité de l'oxygène du sang se trouve sérieuse-
« ment diminuée, et c'est alors que l'anémie des altitu-
« des commence;

« 6° On peut donc comprendre qu'une altitude modé-
« rée soit un moyen puissant de guérir l'anémie, tandis
« que cette même affection est une conséquence natu-
« relle du séjour sur une altitude considérable. »

La pratique confirme tout à fait l'assertion de Jourdanet. Les médecins recommandent aux anémiques le séjour des montagnes entre 1000 et 1500 m.; 1800 m. dans *l'Engadine*, ce qui correspond à des pressions de 67, 63 et 60, mais ils n'aiment guère voir leurs malades aller s'établir à des stations plus élevées.

Je n'ai malheureusement que fort peu d'observations faites au repos complet à une certaine altitude, 2000 m. et au-dessus, et ces observations ne se rapportent qu'à un séjour temporaire. J'ai toujours constaté une augmentation dans la fréquence respiratoire. Je n'ai aucune donnée positive sur l'amplitude, mais bien souvent (pendant

la marche, il est vrai), je me suis surpris respirant bien plus profondément que je ne le faisais en plaine. Je cite quelques chiffres :

Le 25 juin 1881, à l'*Hospice du Simplon*, 2003 m. avant de faire l'ascension du *Monte Leone*, au lit à 2 heures et demie du matin, j'avais 17 inspirations à la minute, trois de plus que la normale qui, pour moi, à *Duillier*, 462 m., mon domicile habituel, est de 14 (voir Exp. I, p. 127).

Le 20 août 1881, aux *Grands-Mulets*, 3050 m., à 3 heures et demie du matin, aussi étendu sur un matelas, 17 inspirations; la veille, à 5 heures du matin, au lit, à *Chamonix*, je n'en avais trouvé que 14 et demie (voir Exp. II, p. 127).

Au *Riffel*, 2569 m., le 21 juillet 1884, à 1 heure 15 du matin, également au lit, 19 inspirations, 5 au-dessus de la normale. Une seconde observation au *Riffel*, deux jours plus tard, le 23 juillet, à 1 heure du matin, au lit, me donnait 20 inspirations, donc 6 au-dessus de la normale (voir Exp. XV et XVI, p. 132).

Le 3 août 1884, à *Mauvoisin*, environ 2000 m., à 3 heures du matin, au lit, 16 inspirations (Exp. XVII, p. 132).

C'est tout ce que je puis donner pour l'état de repos parfait, c'est-à-dire le repos au lit. J'ai bien encore compté quelquefois mes respirations sur des points plus élevés, après la halte traditionnelle du sommet, mais, je le reconnais, ce ne sont pas des chiffres sur lesquels on puisse établir une règle, la halte n'était pas suffisamment longue pour que l'organisme ait eu le temps de revenir à l'état de repos parfait. Souvent le déjeuner coïncidait avec ce temps d'arrêt et l'immobilité n'était que relative, enfin

sur un rocher ou sur la neige, on n'est pas assis ou étendu de manière à se reposer comme sur un fauteuil ou dans un lit. Je cite cependant trois observations.

Dent de Morcles. 2980^m après 2 heures de repos.. 24 insp.
Grand-Muveran.. 3061^m après 55 minutes de repos 25 »
Mont-Avril...... 3341^m après 80 minutes de repos 28 »

Je ne trouve que cela dans mes notes, c'est peu, je le sais, je faisais mes observations en arrivant au sommet, et rarement avant de le quitter; en outre, souvent je ne pouvais pas rester bien longtemps sur les cimes.

Il me semble cependant, qu'en laissant en suspens la question du séjour prolongé, je dois pouvoir affirmer que la fréquence respiratoire ira en croissant dès qu'il y aura diminution sensible dans la tension de l'O. Sur ce point, je serais en parfait accord avec le Dr W. Marcet.

Pour la circulation, il y a plus d'entente, les mouvements cardiaques sont plus fréquents à mesure que l'on gagne un niveau supérieur, cela est généralement admis par chacun. La peau se vascularise quelquefois tellement, qu'elle prend une teinte violette, observée plusieurs fois par les aéronautes. Quant à moi, je ne lui ai jamais trouvé une coloration particulière, pas même au *Mont-Rose,* mais cela n'arrive guère qu'à de plus grandes altitudes.

J'ai pris quelques tracés sphygmographiques, je ne les reproduis pas ici, ils ne présentent rien de particulièrement intéressant, ils sont surtout des plus irréguliers. Dans une ascension du *Grand Muveran*, par exemple, le tracé obtenu au sommet, 3061 m., est beaucoup plus accentué que celui pris à la *Frête de Sailles,* 2598 m., deux heures plus tôt.

Au *Pascheu,* 2840 m., après une montée lente, en

compagnie d'une dame, mon pouls était misérable et très irrégulier, tandis que 4 jours avant, aux *Diablerets*, 3246 m., et à l'*Oldenhorn*, 3124 m., la hauteur verticale de l'ondée sanguine était presque aussi grande qu'à *Duillier*, 462 m., et surtout les points de contact entre la systole et la diastole étaient très franchement indiqués par des angles aigus. A l'*Oldenhorn* cependant, j'avais fait donner à la machine animale presque tout ce qu'elle pouvait donner, j'avais laissé en arrière mes compagnons de route, et j'étais monté seul très vite au sommet, où j'arrivais avec 165 pulsations et 48 respirations par minute. Le pouls était très rapide, mais encore très vigoureux.

On verra plus loin dans les tableaux des différentes ascensions les chiffres obtenus pour les pulsations à chaque observation ; je ne m'étends pas plus longuement sur ce sujet.

Il y a moins d'accord pour la température du corps. J'ai déjà cité les expériences de Lortet et Marcet, je dirai quelques mots de celles de Bert.

Cet observateur a trouvé à l'état de repos aux basses pressions un abaissement sensible de la température rectale [1]. Mais, même abstraction faite de la décompression rapide et de l'immobilité, il arrivera forcément un moment, même avec une décompression très lente, où l'organisme ne trouvera plus l'O. nécessaire pour entretenir les fonctions nécessaires à la vie. La plus basse température citée par Bert, soit 20°, a été prise sur un cochon d'Inde enfermé pendant quatre heures sous une pression oscillant entre 21 et 11 cent. de mercure. Il est mort la nuit après l'expérience. Sur aucune montagne du globe, on ne serait

[1] Bert, *Loc. cit.*, p. 733 et 761. Egalement cité par Forel, p. 95.

exposé à une aussi faible tension d'O. Le *Mont Everest*, 8840 m. = 24,8 cent. de pression.

J'admets parfaitement les expériences du savant de Paris, je considère comme prouvé par lui d'une façon très positive que la température baisse à l'état de repos, une fois la dépression de l'air arrivée à un certain point, lequel varie avec les espèces animales; mais, ce que je soutiens ici, d'accord avec M. Forel, c'est que dans nos montagnes l'homme trouvera assez d'O. pour que sa température ne baisse pas pendant l'ascension, et cela, même si la température du milieu ambiant est basse.

Marcet[1] trouve au *Breithorn*, 4148 m., un plus fort dégagement d'acide carbonique qu'à *Yvoire*, au bord du lac de Genève, ce qui prouverait que la combustion s'active à cette altitude. Il n'est donc pas étonnant que la température ne baisse pas.

Dans deux de mes expériences, cependant, I et II, au lit ou étendu sur un matelas, bref, au repos complet, j'ai trouvé un léger abaissement de température.

A l'*hospice du Simplon*, 2003 m., à 2 heures et demie du matin, je lis 36°,65, et à 10 heures 45 du soir, 36°,60. Par contre, le lendemain matin, à mon réveil, à 4 heures et demie, 36°,8, et le soir à 11 heures, à *Lutry*, au bord du lac, 375 m., 36°,65, donc presque exactement la même température à 375 m. qu'à 2003 m., et cela à peu près à la même heure. Il y avait cependant 1625 m. de différence entre les deux niveaux. Je suis donc obligé, pour cette expérience, d'attribuer ce petit abaissement de température à d'autres causes, à moi inconnues, qu'à celles de l'altitude, car il s'est fait aussi bien

[1] Marcet, *Arch. sc. phys. et nat.* Genève, juin 1878, p. 247.

sentir à *Lutry* qu'au *Simplon*. La journée qui m'a amené au bord du lac n'était pas fatigante, je n'avais marché que six heures. Le reste du trajet avait été fait en chemin de fer.

Aux *Grands-Mulets*, 3050 m. (Exp. II), je trouve à 3 heures 30 du matin 36,8, ce qui est presque une température normale; il ne manquerait qu'un dixième de degré; l'abaissement de température est donc insignifiant et ne prouve rien non plus, étant un cas isolé.

Au *Riffel*, 2569 m., au contraire, la température a été au moins égale à la norme ou supérieure, 36,9, 37,3, 37, 37,3 (Exp. XV et XVI).

A *Mauvoisin*, environ 2000 m., à 3 heures du matin, 36,9, également au lit (Exp. XVII).

Je n'ai pas jugé utile d'établir, comme M. Forel l'a fait, une courbe pour fixer ma température moyenne aux différentes heures de la journée. Je crois même que cette courbe qui, dans certain cas, peut être utilement prise comme point de comparaison, doit dans d'autres être une cause d'erreurs graves, et voici pourquoi :

1° La température peut varier très sensiblement d'un jour à l'autre, aux mêmes heures et dans les mêmes conditions. J'en ai acquis la certitude au moyen de nombreuses expériences faites à *Duillier*, avec une vie parfaitement régulière. Je ne cite qu'un exemple. Entre 5 et 7 heures du matin, au lit, au repos complet, mes températures extrêmes ont été 36,6 et 37,4, soit 8 dixièmes de degré de différence. Plus que les extrêmes de la courbe de M. Forel.

2° Les heures des repas influent sur la température, et comme dans les ascensions on mange quand on peut ou quand on en sent le besoin, les heures habituelles sont complètement changées. Il est probable que de ce fait seul,

même si l'on passait sa journée dans un repos aussi complet que possible, la courbe ferait des ondulations plus ou moins irrégulières.

3° Pour établir cette courbe, il faudrait être pendant la journée aussi immobile que pendant la nuit, ce qui est très difficile à obtenir, car étant assis à son bureau et travaillant, ou même étant étendu sur un canapé faisant quelque lecture, on est toujours plus agité que pendant le repos complet du sommeil calme (les cas de mauvais rêves doivent être écartés). Il faut dépenser une certaine quantités de forces pour tenir un livre, pour tourner les pages, et enfin pour fixer son attention. Quelques dizièmes de degré peuvent assez facilement être gagnés.

Les différences dues aux heures de la journée et de la nuit ne sont du reste pas bien considérables. Les extrêmes de la moyenne établie par M. Forel diffèrent environ de 0°,7, et nous venons de voir que j'arrive à 0°,8 avec les extrêmes pris à peu près aux mêmes heures. En outre, comme les variations constatées dans toutes mes expériences entre le repos et l'activité sont beaucoup plus considérables, il m'a semblé que je pouvais parfaitement négliger les variations dites régulières, et qui, je le répète, ne sont pour moi rien moins que régulières, quand le genre de vie est aussi profondément modifié pendant un ou plusieurs jours de suite.

Ajoutons encore que la manière de se vêtir amène certainement des différences de plusieurs dizièmes de degré. Le simple fait d'avoir son veston bien boutonné ou de l'avoir roulé sur son sac, ou encore mieux, sur le sac de son guide, ce qui arrive à bien des touristes, n'est pas sans conséquence sur l'état de la température du corps. Dans les expériences relatées plus loin, j'avais toujours le mini-

mum acceptable de vêtements. Dans aucune ascension, je ne trouvais quelqu'un moins vêtu que moi. De mon naturel craignant la chaleur, je préfère de beaucoup sentir un instant de froid plutôt que d'être incommodé toute une journée par des vêtements trop chauds. J'étais souvent simplement vêtu de toile jusqu'à 3000 m. Pour les ascensions plus hautes, je prenais un veston de drap, mais jamais le moindre gilet.

Dans ces circonstances, les variations atmosphériques doivent être très sensibles pour l'organisme, et je ne puis prétendre à une certaine exactitude en comparant la température ainsi obtenue à celle trouvée à la même heure dans des conditions entièrement différentes. Je préfère rapporter les chiffres trouvés dans mes expériences à une température moyenne obtenue par un grand nombre d'expériences, soit 36°,9 au repos absolu. Mes données, je le reconnais, ne seront pas plus justes, mais elles n'auront aucune prétention à l'être, à quelques dizièmes de degré près.

Je demande pardon au lecteur de l'occuper encore de ma personne, mais avant d'aborder directement les expériences, je crois devoir donner quelques indications sur le sujet en expérimentation.

Taille : $1^{m},78$. Poids, nu, à jeun, 83 à 84 kil., soit en costume d'ascension, près de 90 kil. Tempérament sanguin, santé excellente. Poitrine : $1^{m},09$ de circonférence, permettant un grand développement des poumons. Corps plutôt gras que maigre, mais sans obésité. Age : 37 ans, en 1884.

Dans la plupart de mes courses, je ne portais pas une lourde charge, généralement les provisions nécessaires pour la journée, en sorte que je crois bien que 90 kilos

représentent assez exactement mon poids moyen. Il faut cependant faire une exception pour les jours de chasse; il y aurait à ajouter le poids de l'arme, des munitions et du gibier; cela varie naturellement plus ou moins.

Le nombre des pulsations et des respirations a toujours été compté au moyen d'un chronographe; la température interne prise dans le rectum avec un thermomètre à maxima. J'emploie indifféremment deux de ces instruments; mais pour éviter toute cause d'erreur, si l'un d'eux venait à être brisé, j'en ai comparé moi-même chez le fabricant un grand nombre, et ceux que j'ai choisis s'accordent parfaitement.

La moyenne de ma température au repos complet est de 36°,9. Dans le même état je compte 14 respirations et 54 pulsations par minute.

Après ces données préliminaires, je fais d'après mes notes le relevé des ascensions pendant lesquelles j'ai fait des observations suivies. On verra que *toujours*, pendant la marche, la température, la fréquence respiratoire et le nombre des mouvements cardiaques ont été bien au-dessus des moyennes données ci-dessus.

Au repos absolu, au lit, j'ai noté, quelquefois avant d'entreprendre mes courses ou le lendemain d'une course, 1—2 dixième de degré de baisse, expérience: I, II, V, VIII, mais j'ai déjà expliqué les plus importants de ces abaissements de température, et à *Duillier*, qui me sert de point de comparaison, il m'est arrivé bien des fois au moment du réveil, au lit, de trouver ma température interne inférieure à 36°,9. N'oublions pas que ce chiffre représente une moyenne au repos complet, et qu'inévitablement quelquefois on doit trouver des chiffres inférieurs à cette moyenne, comme aussi on peut en rencontrer qui lui soient supérieurs.

Expérience I. — 25 juin 1881, Monte-Leone 3565m [1].

Heures.	*25 juin.*	Ext.	Int.	*d*	Puls.	*d'*	Resp.	*d''*
2,30m.	Hospice du Simplon, au lit, 2003m................	+17°	36°,65	-0°,25	70	+ 16	17	+ 3
4,40	Bas du glacier Kaltenwasser.	+ 5,2	38,92	+2,02	102	+ 48	24	+10
10	Sommet. Montée lente par l'arête ouest, avec un arrêt peu avant l'arrivée, 3565m.	+ 6,7	38,31	+1,41	145	+ 91	28	+14
11,30	Sommet, après déjeuner....	+ 8,8	37,9	+1	99	+ 45	24	+10
2 soir.	Bas du glacier d'Alpien, après une descente rapide et des glissades sur la neige	+10,3	39,1	+2,2	141	+ 87	37	+23
10,45	Hospice du Simplon, après souper, au lit	+17,8	36,6	-0,3	90	+ 36	28	+14
	26 juin.							
4,30m.	Hospice du Simplon, au lit, 2003m................	+17,6	36,8	-0,1	72	+ 18	22	+ 8
11 soir.	Lutry, au lit, 375m........	+20,4	36,65	-0,25	61	+ 7	19	+ 5
	27 juin.							
7 m.	Lutry, au lit..............	+20	36,9	.....	59	+ 5	15	+ 1
	28 juin.							
6,30	Duillier, au lit, 462m.......	+19,7	36,9	.....	56	+ 2	13	- 1

Expérience II. — 19 août 1881, Grands-Mulets 3050m.

Heures.	*19 août.*	Ext.	Int.	*d*	Puls.	*d'*	Resp.	*d''*
5 m.	Chamonix, au lit, 1050m....	+15°,3	37°,13	+0°,23	66	+ 12	14 1/2	+ 1/2
3,35 s.	Arrivée aux Grands-Mulets, 3050m, après avoir déjeuné et flâné assez longuement à Pierre pointue..........	+ 9,7	38,96	+2,06	124	+ 70	36	+22
4,05	Repos sans être assis ou couché................	.....	38,16	+1,26	96	+ 42	23	+ 9
5,15	Etendu pendant 40 minutes.	.....	37,10	+0,2	84	+ 30	18	+ 4
	20 août.							
3,30m.	Grands-Mulets, couché sur un matelas	+11	36,8	-0,1	86	+ 32	17	+ 3
11,45	Cascade du Dard, descente rapide des Grands-Mulets avec un arrêt à Pierre pointue, très mauvais temps......	+19,5	38,81	+1,91	148	+ 94	32	+18

[1] Ext. signifie température de l'air prise à l'ombre.
Int. » » rectale.
Puls. » nombre des pulsations par minute.
Resp. » » respirations.
d.d'.d'' » différence entre les chiffres trouvés et la norme, soit 36°,9 pour la température, 54 pour les pulsations et 14 pour la fréquence respiratoire.

Expérience III. — 18 juin 1882. Luisin 2780m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
	Parti le matin de Salvan, pas noté d'heure.							
6,15m.	Chalets d'Emaney 1900m...	+ 7°	38°,42	+1°,52	108	+ 54	26	+12
9,45	Sommet 2780m...........	+ 4	38,52	+1,62	132	+ 78	31	+17
2,15	Van haut, après la descente, 1600m................	.....	38,82	+1,92	136	+ 82	32	+18

Expérience IV. — Juillet 1882. Dent de Morcles 2980m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
3,30m.	Les Plans, au lit, 1101m....	+21°,3	37°,1	+0,2	64	+ 10	14	—
4	Départ à jeun.							
7,30	Bas de la Grande-Vire, haut du glacier des Martinets, 2626m. Arrêt de 45 minutes pour déjeuner..........	+22,5	38,2	+1,3	124	+ 70	28	+14
10,30	Sommet. Montée raide par les rochers du Nant-Rouge, 2980m.................	+21,8	38,69	+1,79	148	+ 94	29	+15
12,30	Sommet, après repos, temps magnifique.............	+26,6	37,6	+0,7	132	+ 78	24	+10
2,20	Bas de la Grande-Vire, après la descente.............	+26	38,72	+1,82	128	+ 74	27	+13

Expérience V. — 20 juillet 1882. Glacier de Plan-Nevé 2400m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls	d'	Resp.	d''
6 m.	Les Plans, au lit, 1101m....	+23°,7	36°,88	-0,02	60	+ 6	13	- 1
7,15	Id. id.	+25	36,89	-0,01	49	- 5	14	—
8,30	Départ avec un enfant de 7 ans.							
12,15	Plan-Nevé, montée lente en aidant l'enfant, neige fraîche.	+ 1,8	38,6	+1,7	124	+ 70	26	+12

Expérience VI. — 22 et 23 juillet 1882. Balmhorn 3688m.

Heures.	*22 juillet.*	Ext.	Int.	*d*	Puls.	*d'*	Resp	*d''*
5 soir.	Sommet de la Gemmi, marche rapide, 1,25 heure depuis Loèche, 2302m	+15°,7	38°,89	+1°,99	148	+ 94	40	+26
	23 juillet.							
9,30	Sommet du Balmhorn, montée très lente, nous sommes 20 clubistes, 3688m	+ 9,8	38,4	+1,5	120	+ 66	32	+18
9,43	Second sommet, nous ne sommes que 4 ou 5 à y aller, marche beaucoup plus rapide .	+ 5,8	38,41	+1,51	156	+102	33	+19
10,30	Resté debout sur le col entre les deux sommets, 25 à 30 minutes...............	+ 3,1	37,83	+0,93	92	+ 38	29	+15
12,20	Zaggengrat 2800m environ, après une descente lente..	+20,5	38,32	+1,42	108	+ 54	28	+14

Au sommet, il faisait un vent froid qui chassait la neige et le grésil. Deux de mes compagnons qui souffraient du mal des montagnes avaient un pouls très faible, l'un comptait 104, l'autre 120 pulsations, après environ une heure de repos, ils étaient restés sur le petit col, entre les deux sommets, sans en gravir aucun.

Expérience VII. — 28 juillet 1882. Dent-Rouge 2234m.

Heures.		Ext.	Int.	*d*	Puls.	*d'*	Resp.	*d''*
4,30m.	Les Plans, 1101m, au lit....	+15°	36°,90	.....	62	+ 8	14	—
5	Départ à jeun.							
7,45	Dent-Rouge, 2234m........	+11,2	38,43	+1,53	164	+110	40	+26

Pendant les dernières 20 minutes, la montée est très rapide.

Expérience VIII. — 3 août 1882. Grand-Muveran 3061^m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
3, m.	Les Plans, 1101^m, au lit....	+18°	36°,7	– 0,2	68	+ 14	16	+ 2
3,35	Départ à jeun.							
7	Frête de Saillies, 2599^m....	+ 9	38,62	+1,72	148	+ 94	32	+18
8	Départ après déjeuner.							
9,25	Sommet, 3061^m...........	+ 7,4	38,91	+2,01	168	+114	34	+20
10,20	Après un repos au sommet..	+ 6,4	37,86	+0,96	88	+ 34	25	+11
10,25	Départ.							
12,50	Frête de Sailles, après avoir grimpé pendant une heure environ dans les rochers du Petit-Muveran..........	+ 7,6	38,46	+1,56	132	+ 78	32	+18
2,50	Pont de Nant, 1253^m, après la descente............	+21,2	38,31	+1,41	128	+ 74	28	+14

Cette course a été plutôt rapide. Le temps était mau-mais, grésil et brouillard; mon guide a refusé de continuer l'ascension du Petit-Muveran, à cause du mauvais temps; nous étions à 30 minutes du sommet au plus.

Expérience IX. — 7 août 1882. Diablerets 3246^m et Oldenhorn 3124^m.

Heures.		Puls.	d'	Resp.	d''
3,15m.	Départ d'Anzeindaz, 1896^m, à jeun.				
8,15	Sommet 3246^m, montée lente, nous étions trois touristes. Déjeuner.........................	124	+ 70	33	+19
10,45	Oldenhorn, sommet 3124^m, marche rapide.......	165	+111	48	+34
3,15 s.	Arrivée à Ormont-dessus, 1163^m (dîner).				
4,40	Départ pour le col de la croix.				
8,25	Arrivée aux Plans, marche rapide mais en descendant ou à plat................................	104	+ 50	33	+19

J'avais oublié mes thermomètres pour cette course, de là l'absence d'indications.

Expérience X. — 15 janvier 1883. Dole 1680m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
5 m.	Duillier, au lit, 462m......	.....°	+37°,4	+0°,5	58	+ 4	12,5	-1,5
5,30	Départ à jeun.							
8,10	Bauloz 1146m............	+ 1	38,64	+1,74	112	+ 58	29	+15
9,15	Pâturage, limite de la forêt, 1442m................	+ 3,2	38,60	+1,70	124	+ 70	36	+22
10,45	Sommet, 1680m. Montée très lente, la neige étant dure, glissante, il a fallu tailler bien des degrés.........	+ 2,4	38,9	+2	152	+ 98	32	+18
12,10	Après déjeuner au repos....	.....	37,62	+0,72				
3,10 s.	Givrins, après la descente, 570m................	+ 5,0	38,42	+1,52	116	+ 62	27	+13

Expérience XI. — 6 mai 1883. Dole 1680m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
5 m.	Duillier, au lit, 462m	+16°,5	37°,08	+0°,18	60	+ 6	14	—
5,30	Départ à jeun.							
7,55	Bauloz 1146m............	+ 8,5	38,15	+1,25	124	+ 70	29	+15
9,05	Pâturage 1442m..........	+10	38,8	+1,9	141	+ 87	32	+18
10	Sommet 1680m...........	+13	38,9	+2	172	+118	44	+30
11,15	Après déjeuner au repos....	+10	37,42	+0,52	108	+ 54	28	+14
2,40	Bas des côtes, après la descente, 600m environ......	+14	38,45	+1,55	118	+ 59	32	+18

Expérience XIV. — 20 juillet 1884. Riffelhorn 2931m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
1,05 s.	Départ du Riffel 2569m.							
2,05	Sommet du Riffelhorn, marche rapide.............	+ 5°,0	38°,7	+1,8	168	+114	46	+32

Expérience XV. — 21 juillet 1884. Strahlhorn 4191m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
1,15m.	Riffel, au lit, 2569m.......	+11°	36°,9	—	74	+ 20	19	+ 5
2,10	Départ à jeun.							
6,15	Bas de l'Adlergletscher, déjeuner..................	.....	.....	.....	122	+ 68	36	+22
	Je rejoins une dame anglaise avec deux guides, ce qui m'empêche de prendre ma température interne.							
6,30	Départ.							
10,30	Sommet 4191m...........	− 7,5	38,2	+1,3	163	+109	42	+28
12,40	Bas de l'Adlergletscher.....	+ 5	38,4	+1,5	125	+ 71	36	+22
5 s.	Retour au Riffel..........	+10	38,7	+1,8	112	+ 58	37	+23
9	Riffel, au lit, après dîner, 2569m................	+13	37,3	+0,4	87	+ 33	22	+ 8

Ressenti un peu d'essoufflement pendant la dernière montée, soif et froid. Bise furieuse. Chapeau emporté quoique solidement attaché.

Expérience XVI. — 23 juillet 1884. Mont-Rose 4638m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
1 m.	Riffel, au lit, 2569m.......	+13°	37°	+0°,1	92	+ 38	20	+ 6
1,45	Départ à jeun.							
5,10	Auf'm Fels 3344m.........	− 3	38,3	+1,4	121	+ 67	35	+21
10	Sommet 4638m...........	+ 3	38,3	+1,4	152	+ 98	48	+34
12,25	Auf'm Fels 3344m.........	+11	39	+2,1	132	+ 78	41	+27
3 s.	Retour au Riffel.							
9	Riffel, au lit, après dîner....	+14	37,3	+0,4	78	+ 24	26	+12

Un peu d'essoufflement et soif ardente. Toute la course a été faite à jeun depuis le dîner de la veille, à 6 heures. Bu deux bouteilles de vin et un peu de kirsch.

Neige assez bonne au fond, en montant, mais recou-

verte d'un peu de neige fraîche et de grêle tombée la veille, particulièrement sur l'arête. Temps splendide, pas un nuage sur toute la chaîne des Alpes, quelques brumes en Italie, dans les plaines.

Expérience XVII. — 3 août 1884. Mont-Avril 3341m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
3 m.	Mauvoisin, au lit, environ 2000m	+14°	36°,9	—°	74	+ 20	16	+ 2
4	Départ à jeun.							
7,13	Grande Chermontane 2230m (déjeuner)	+ 9	38,4	+1,5	134	+ 80	39	+25
10,40	Sommet 3341m	+ 7	38,4	+1,5	152	+ 98	40	+26
12	Id. après repos, rien mangé	+ 7	37,3	+0,4	87	+ 33	28	+14

Expérience XVIII. — 4 août 1884. Pigno d'Arolla. 3807m.

Heures.		Ext.	Int.	d	Puls.	d'	Resp.	d''
4,30m.	Départ de Chanrion, à jeun.							
6,45	Bas de la Serpentine (déjeuner)	+ 6°	38°,1	+1°,2	112	+ 58	36	+22
7,15	Départ.							
11	Sommet 3807m	+10	38,6	+1,7	128	+ 74	39	+25
1,55 s.	Pas de Chèvres 2851m, après la descente	+13	38,4	+1,5	131	+ 77	33	+19

Résumons maintenant les chiffres de ces divers tableaux en établissant des moyennes, nous aurons :

1° Moyennes au repos complet, soit au lit, avant une course :

Température = 36,96 = + 0,06.
Pulsations = 68,0 = + 14,0.
Respiration = 15,4 = + 1,4.

2° Moyennes au repos complet, soit au lit plusieurs heures après le retour :

Température = 36,95 = + 0,05.
Pulsations = 72,7 = + 18,7.
Respiration = 19,1 = + 5,1.

3° Moyennes obtenues pendant la montée et en arrivant sur les sommets :

Température = 38,54 = + 1,64.
Pulsations = 136,7 = + 82,7.
Respirations = 35,7 = + 21,7.

4° Moyennes obtenues pendant la descente, et immédiatement au retour d'une course :

Température = 38,60 = + 1,70.
Pulsations = 128,7 = + 74,7.
Respirations = 35,1 = + 21,1.

Nous ne cherchons pas quelle peut être la moyenne des repos sur les cimes, ces repos sont trop relatifs, le temps d'arrêt trop court pour permettre à l'organisme de reprendre son équilibre; cette moyenne n'aurait aucune chance d'exactitude, elle serait même certainement fausse.

La température revient assez vite à sa norme après un exercice violent. Au retour d'une course elle est à peu près ce qu'elle était avant le départ, si on laisse quelques heures de repos, même repos relatif à l'organisme, 36,96 et 36,95 ; $^{1}/_{100}$ de degré, quantité parfaitement négligeable.

Nous trouvons de plus grands écarts pour les pulsations et respirations, avant comme après il y a aug-

mentation de la fréquence respiratoire et de l'activité cardiaque, mais n'oublions pas que beaucoup de ces observations sont faites à une altitude bien supérieure à celle où ont été établis nos chiffres comparatifs de 54 et 14, puis, qu'avant comme après les courses, il y a toujours un peu de surexcitation fiévreuse.

Pendant les marches, enfin, nous remarquons peu d'écart entre la montée et la descente. S'il y a moins de force musculaire à dépenser pour descendre que pour monter, les mouvements sont plus rapides, par le fait de la marche accélérée. Ce que l'on économise en force, on le perd en obtenant de la vitesse. Outre cela, pour la température au moins, il faut faire entrer en ligne de compte que pendant la descente l'air est presque toujours plus chaud que pendant la montée, vu l'heure de la journée. La plupart des ascensions se font de grand matin et même se commencent de nuit, les descentes au milieu du jour ou l'après-midi.

2° EXERCICES MUSCULAIRES AUTRES QUE LA MARCHE

Après avoir étudié le travail musculaire de la marche sur les montagnes, je dirai quelques mots sur d'autres exercices corporels.

En rentrant de plusieurs promenades à cheval, j'ai pris ma température; je trouvais toujours une augmentation très sensible, 38°,3 à 38°,7. Le jour même où j'écris ces lignes, 28 mai 1885, après avoir monté à cheval pendant quatre heures, et terminé ma promenade par quelques kilomètres au bon trot, je trouve : Température = 38°,58. Pulsations, 143. Respirations, 34.

Le temps était beau, soleil éclatant. Température de de l'air, + 24° à midi, moment du retour.

Un autre jour, après avoir nagé pendant 45 minutes, sans jamais prendre pied, 38°,2. L'eau était chaude, il est vrai, c'était au mois d'août; je ne trouve pas sa température dans mes notes.

Des travaux manuels qui ne passionnent pas, réchauffent également bien. Après avoir scié et fendu du bois pendant deux heures continues, je trouve une température rectale de 38°,84 avec une température extérieure de + 19°.

Je pourrais multiplier les exemples, mais cela me semble inutile, je ne trouve pas une température plus élevée dans les exercices violents en plaine qu'à la montagne. Pour moi c'est exactement la même chose, et je ne puis que répéter en terminant ce chapitre, ce que je disais en le commençant : c'est-à-dire que sur nos Alpes, même sur les plus hautes cimes, la température du corps monte autant qu'au niveau des mers, quand l'organisme est soumis à un travail musculaire quelconque, la température extérieure étant la même. La circulation s'accélère au repos, mais une fois que l'organisme est mis en activité, on peut faire battre son cœur aussi vite en plaine qu'à la montagne. Quant à la respiration, c'est sur elle que j'ai le moins de certitude; j'ai toujours obtenu au repos, à la montagne, une précipitation dans son rythme, mais je crois qu'au niveau des mers ou dans nos vallées inférieures, on peut, par un travail musculaire plus ou moins prolongé pousser la fréquence respiratoire aussi loin que sur les sommets.

3° TRAVAIL MUSCULAIRE A JEUN

Je ne dirai que quelques mots sur ce sujet, les expériences de M. Forel étant parfaitement concluantes. Elles ont cependant été faites à des altitudes très modérées, et je crois que si je puis leur apporter une confirmation recueillie aux grandes altitudes, le procès sera définitivement gagné.

J'ai fait l'ascension du *Mont-Rose*, 4638 m., sans prendre aucune nourriture depuis mon dîner de la veille, à 6 heures du soir. J'ai bu par contre environ deux bouteilles de vin, tant en montant qu'en descendant, et quelques gorgées de kirsch au sommet, où j'ai passé trois quarts d'heure.

La neige avait été bonne au commencement de l'ascension, puis de plus en plus molle, mais jamais très mauvaise.

En fait de mal des montagnes, j'ai ressenti un peu d'essoufflement déjà à 3000 m.; il a ensuite diminué puis complètement disparu au sommet. Jamais cependant il n'a été assez fort pour m'obliger à m'arrêter pour reprendre mon souffle, mais je faisais souvent de profondes inspirations. J'avais du reste ressenti le même genre d'essoufflement l'avant-veille au *Strahlhorn*, 4191 m., où j'avais mangé comme de coutume; la dyspnée n'a donc nullement été provoquée par le jeûne. J'avais aussi très soif, comme cela m'était également arrivé au *Strahlhorn*, et je crois que si, au lieu de disposer de deux bouteilles, j'en avais eu le double, je les aurais bues également. Cette soif est probablement aussi une atteinte du mal des montagnes.

Il y a eu des arrêts pendant la course, quoique je n'aie noté que celui du sommet, mon guide et mon porteur ont mangé trois ou quatre fois, tant en montant qu'en descendant, et il fallait chaque fois faire une petite halte, mais jamais très longue.

Les annotations faites pendant cette ascension m'ont semblé des plus normales, tellement que je n'ai pas voulu écarter les résultats de cette course dans le calcul des moyennes indiquées précédemment. Je l'ai considérée comme une ascension faite dans les circonstances ordinaires. Le jeûne de 24 heures ne me semble avoir aucune influence quelconque sur la machine animale (voir exp. XVI, p. 132).

La température interne, on le voit, a toujours été bien supérieure à la moyenne 38°,3 et même 39°, en descendant, quand il faisait plus chaud, sous un soleil ardent, avec une neige dans laquelle on enfonçait beaucoup, et une marche rapide. Le pouls du reste était à 132 et la respiration à 41, ce qui indique bien quelques efforts musculaires. Tout est donc parfaitement normal. Je ne me sentais absolument pas éprouvé, tellement peu, qu'en rentrant à l'hôtel, après avoir fait ma toilette et bu une bouteille de bière, je ne me fis rien servir à manger et j'attendis en flânant dans les environs, sans en être incommodé le moins du monde, le dîner de 6 heures à table d'hôte. Je lui fis honneur, il est vrai. Il y avait juste 24 heures que je n'avais rien mangé. Pendant ce temps, la dépense de force avait été assez considérable, et cependant rien dans l'organisme ne semblait anormal.

On fera peut-être l'objection que le vin et le kirsch bus au sommet ont contrebalancé l'absence de nourriture; je ne le pense pas, car ces liquides peuvent agir comme

stimulants pour un temps restreint, mais ils ne nourrissent pas.

Pendant cette ascension j'ai fixé mon attention sur un point signalé par Bert, pages 345 et 346. Il croit à une dépression mentale quand on arrive dans l'air pauvre en O. Pour m'en rendre compte, je me faisais poser par mon guide des questions d'arithmétique dont je lui donnais les solutions aussi facilement que chez moi. Il va sans dire que le brave montagnard ne me conduisait pas dans les hautes mathématiques, mais s'il m'y avait conduit, j'aurais probablement été aussi embarrassé pour lui répondre chez moi qu'en grimpant au *Mont-Rose.*

4° FATIGUE MUSCULAIRE

Les expériences de M. Forel sur ce sujet semblent très précises, la troisième au moins, lorsque déjà fatigué il surcharge son havre-sac d'une lourde pierre, remonte en courant une rampe fort inclinée, tombe à terre, exténué, au bout de 6 minutes et trouve sa température élevée de 0°,1.

Après un pareil exercice, il faudrait, pour obtenir un abaissement que l'organisme soit dans un état des plus maladifs, que certaines fonctions ne se fassent plus, etc., etc.

J'ai pensé que, pour étudier ce sujet à fond, le mieux serait de faire à la suite les unes des autres, dans la même journée, un certain nombre de fois la même course, inscrivant chaque fois les observations aux mêmes endroits, et mettant dans chacune de ces ascensions, aussi exactement que possible, le même temps d'une station à une autre. On pourrait alors établir une comparaison entre quelques

chiffres pour lesquels il y aurait eu exactement la même force dépensée. Les différences provenant d'une plus ou moins grande humidité absolue de l'air, vu le changement d'altitude, seraient rendues à peu près nulles, car ces comparaisons se feraient exactement aux mêmes niveaux, seules, les variations d'un moment de la journée à un autre auraient une influence parfaitement négligeable. Les heures des repas exerceraient aussi une certaine action mais sans grande importance. La température extérieure agirait par contre encore puissamment.

Il fallait pour cette étude choisir une course assez longue pour fatiguer un peu l'organisme, lequel, malheureusement, devait passer tant par la fraîcheur de la nuit et du matin que par les chaleurs du milieu du jour. C'est là la plus forte cause d'erreurs possible.

J'ai pris pour cette expérience, comme but de course, le plus haut sommet du Jura suisse, la Dole, 1680 mètres. L'expérience comparative ne commence qu'à partir du pied du Jura, soit à la maison du garde-forestier. Les *Rouges,* 716 mètres. J'ai parcouru également à pied le chemin de *Duillier* aux *Rouges,* pour aller comme pour revenir, mais je n'aurais pas eu le temps dans la journée de faire trois fois la course en partant de *Duillier.*

Cette expérience a été faite deux fois, la première, le 29 juin 1883, n'a pas été complète, un violent orage avec trombes d'eau m'avait surpris dans ma troisième grimpée et m'avait forcé à renoncer à mon projet. La seconde fois, 2 juillet 1884, tout a parfaitement réussi. C'est cette seconde expérience que je vais étudier en premier.

Je crois devoir donner quelques détails sur la nature du chemin parcouru pour expliquer certaines variations

rapides de la température comme aussi de la fréquence respiratoire et de la rapidité des pulsations.

De *Duillier* aux *Rouges*, route carrossable avec dénivellation de 254 m. en 90 minutes.

Des *Rouges* au *Bauloz*. Route de dévestiture pour forêts, carrossable au besoin, avec dénivellation de 430 m. en 60 minutes.

Du *Bauloz* au bord du pâturage de la *Dole*, limite de la forêt, chemin de dévestiture et sentiers avec dénivellation de 296 m. en 45 minutes.

Du pâturage au sommet on commence par marcher à peu près à plat jusqu'au chalet, pendant près de dix minutes, puis, au lieu de prendre les sentiers qui mènent au sommet, je prenais directement au-dessus du chalet, par des pentes de gazon et des rochers, le tout à pente très roide. Dénivellation, 138 m. en 40 minutes.

Pour la descente, je suivais exactement le même chemin.

Pour plus de facilité dans la lecture, j'expose toutes les observations de la journée sous forme de tableau, les faisant suivre de quelques réflexions.

La fréquence respiratoire a été assez régulière, 25 à 34 à la minute, une fois le mouvement commencé (je ne parle pas des 16 inspirations trouvées dans mon lit au moment du réveil; la machine ne marchait pas encore si je puis me servir de cette expression). Dans beaucoup d'ascensions dans les Alpes, mes inspirations étaient plus nombreuses qu'à celle-ci, mais à la *Dole*, les efforts dans les pentes raides ne durent pas assez longtemps, une demi-heure environ. Cela ne suffit pas si l'on ne court pas pour pousser la respiration à ses limites extrêmes, il faut pour cela de longs efforts sur des plans très inclinés

et peut-être même une pression atmosphérique moins forte que celle corespondant à 1680 mètres.

Les pulsations présentent plus d'irrégularité. C'est toujours dans cette journée, pour l'arrivée au sommet, que je trouve le maximum 132, 148 et 128, car comme nous l'avons déjà dit, c'est pendant cette dernière demi-heure de marche qu'on rencontre les pentes les plus inclinées.

Le maximum 148 correspond au maximum de chaleur interne 38°,8, avec une température extérieure soit de l'air ambiant de + 17° et une fréquence respiratoire de 32 à la minute.

Dans toutes les ascensions et même dans toutes les occasions où le travail musculaire se développe, c'est toujours, chez moi au moins, l'activité cardiaque qui progresse le plus rapidement. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'elle arrive presque à son maximum, même à la *Dole* où la dernière grimpée, quoiqne courte, est inclinée.

Quant à la température interne du corps, nous trouvons des données très nettes qui prouvent que le travail musculaire, même poussé très loin, ne diminue pas la production de chaleur. Laissons parler les chiffres avant de tirer nos conclusions.

Expérience XIII. — 2 juillet 1884. Ascensions successives de la Dole 1680m.

	Ire ASCENSION					IIme ASCENSION					IIIme ASCENSION				
	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.
		°	°				°	°				°	°		
Duillier, au lit.. 462m	12,20	+25	37,2	70	16										
Départ	12,55														
Rouges........ 716m	2,25	+17	37,9	80	28	6,40	+17	37,7	84	28	12,10				
Bauloz.........1146m	3,25	+13	37,9	100	30	7,40	+16	38,3	103	27	1,05	+21	38,6	123	30
Pâturage, Dole..1442m	4,10	+ 7	37,8	97	27	8,25	+15	38,4	112	29	1,50	+18	38,7	122	33
Sommet........1680m	4,50	+10	38,2	132	34	9,05	+17	38,8	148	32	2,35	+18	38,6	128	34
						Déjeuner.					Bu une bouteille de vin.				
Départ.........1680m	4,55	.....	......	.....	....	10,10	+20	37,3	92	27	3				
Pâturage.......1442m	5,25	+ 8	38	89	27	10,45	+17	38,2	116	30	3,30	+19	38,3	108	29
Bauloz.........1146m	6,0	+15	37,7	85	25	11,20	+19	38,2	112	33	4,05	+21	38,3	111	30
Rouges........ 716m	6,40	+17	37,7	84	28	12	+23	38,3	102	32	4,45	+21	38,2	107	29
Duillier........ 462m	....	.....	......	.....	....	....	.....	......	.....	....	6,30	+20	38,2	104	

Comme on peut le voir sur le tableau ci-dessus, la plus haute température du corps obtenue dans ces trois ascensions a toujours coïncidé avec l'arrivée au sommet. Première ascension, 38°,2; deuxième ascension, 38°,8; troisième ascension, 38°,6; avec des températures extérieures de + 10° + 17° + 18°. La température relativement basse obtenue dans la première ascension 0°,6 de moins que dans la seconde s'explique par la température extérieure, qui était bien inférieure, et par l'absence de soleil, lequel se levait quand j'atteignais le sommet.

A la troisième ascension, je trouve 0°,2 de moins qu'à la seconde, ce qui semblerait indiquer un refroidissement causé par la fatigue, mais cette dernière ascension a pris 45 minutes au lieu de 40, donc les mêmes efforts musculaires ayant été répartis sur un temps un peu plus long, cette différence est tout à fait normale. Les températures extérieures étaient presque les mêmes, + 17° et + 18°.

Comparant les chiffres obtenus au pâturage, en montant, 37°,8; 38°,4; 38°,7 avec + 7° + 15° + 18° de température extérieure, et exactement le même temps employé à la marche 45 minutes, nous trouvons pour les deux ascensions comparées à la première une augmentation de chaleur de + 0°,6 + 0°,9, et pour la température extérieure + 8° et + 11°. Nous aurions donc une température interne plus élevée à chaque ascension malgré la longue suite d'efforts musculaires, et à cette élévation de température rectale correspondrait aussi une élévation de la température extérieure + 7° + 15° + 18°, ce qui est parfaitement naturel.

Au *Bauloz*, en montant, 37°,9; 38°.3; 38°,6 avec + 13° + 16° + 21° comme température de l'air, et un temps employé à la marche de 60 minutes pour les deux

premières ascensions, et de 55 pour la troisième. Ici encore une élévation de + 0°,4 et + 0°,7 de température interne pour une élévation de + 3° et + 8° de température de l'air et cinq minutes de moins pour parcourir le trajet la troisième fois.

En descendant au Pâturage il y a aussi progression + 38° + 38°,2 + 38°,3 de température rectale avec + 8° + 17° + 19° de température extérieure, nous trouvons donc augmentation régulière de la température interne avec augmentation de la température extérieure, soit une différence de + 0°,2 + 0,3° pour + 7° + 9°. L'espace a été parcouru en 30 minutes pour la première et la dernière descente, et en 35 pour la seconde. Juste avant de commencer la seconde il y avait eu un arrêt assez long sur le sommet, arrêt nécessaire pour déjeuner, et pendant lequel la température du corps était tombée à 37°,3, mais les 35 minutes de marche nécessaires pour gagner la limite du pâturage et de la forêt ont suffi pour permettre à l'organisme de reprendre toute la chaleur gagnée lors de la première descente, et même deux dizièmes de degré de plus. Avant la troisième descente il y a eu également un arrêt de 25 minutes pour prendre quelques verres de vin, mais au bout des 30 minutes de descente la température intérieure était de nouveau revenue à 38°,3.

Continuant la descente au *Bauloz*, nous trouvons 37°,7; 38°,2; 38°,3 de température rectale pour + 15 + 19 + 21 de température extérieure, trajet parcouru chaque fois en 35 minutes. Nous avons encore élévation de température interne avec élévation de température de l'air.

Plus bas encore, aux *Rouges*, + 37°,7 + 38°,3 +

38°,2 pour une température extérieure de + 17° + 23° + 21°. La haute température se maintient à peu près, il y a baisse d'un dixième de degré de température rectale pour une baisse de 2° de température extérieure. La trajet a été chaque fois parcouru dans un temps égal, 40 minutes.

Enfin, en rentrant chez moi, à Duillier, la température de mon corps était encore à 38°,2, quoique le dernier trajet ait été fait en plaine, sur une route excellente, au soleil, il est vrai, avec une température de 20° à l'ombre.

La course entière avait duré de minuit 55 à 6 heures 30 du soir, soit 17 heures 35, dont il faut retrancher pour les deux arrêts au sommet une heure et demie et dix minutes aux *Rouges*, entre la seconde et la troisième ascension; ces dix minutes ont été employées à boire de l'eau et à me laver la tête et les bras dans l'eau fraîche. Les arrêts représentant une heure quarante minutes, il reste un total de marche de 15 heures 55. La dénivellation des trois ascensions successives équivaut à 2846 mètres.

Je n'étais, je dois bien le reconnaître, pour la valeur de l'expérience, pas à bout de force. Je sentais, cela va sans dire, que j'avais marché, mais si ce n'avait été que j'étais attendu chez moi, je crois parfaitement que j'avais encore les forces suffisantes pour exécuter une quatrième ascension. Il me semble cependant que les résultats obtenus sont concluants, car nous n'avons dans aucun cas le moindre abaissement de température qui ne soit expliqué par un temps plus long employé pour parcourir le même espace, ou par un abaissement de la température extérieure, et ces abaissements sont toujours très insignifiants 0°,2 au plus. La température de 38°,2, à mon arrivée à *Duillier*, a bien aussi sa valeur, car c'est à ce moment que

la machine animale avait terminé ses efforts et avait accumulé le plus de travail musculaire, c'est à ce moment que les effets, de la fatigue auraient dû se faire le plus sentir. Il n'en a cependant rien été, la température interne était relativement très élevée, surtout si l'on tient compte du fait que la dernière traite avait été faite sur une bonne route avec légère pente descendante, ce qui ne devait pas tendre à réchauffer l'organisme outre mesure.

Je donne encore ici le tableau de la XIIme expérience du 29 juin, manquée par suite d'un orage; on verra que pour les deux premières ascensions et le commencement de la troisième, les chiffres sont en parfait accord avec ceux que nous venons d'étudier, aussi ne les ferai-je suivre d'aucun commentaire.

Expérience XII. — 29 juin 1884. Ascensions successives de la Dole 1680^{m}.

	Ire ASCENSION					IIme ASCENSION					IIIme ASCENSION				
	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.	Heure.	Température extérieure.	Température rectale.	Nombre de pulsations.	Nombre de respirations.
Duillier, au lit. . 462^{m}	12,30	+23°	36,9°	60	15		°	°				°	°		
Départ	1														
Rouges . . . . 716^{m}	2,30	. . . . .	38,2	80	25	8	. . . . .	. . . . . .	. . . . .	. . . .	1,35				
Bauloz . . . . 1146^{m}	3,35	+12	38,2	85	24	8,55	+16	38,9	126	27	2,30	+12	38,7	116	34
Pâturage, Dole. . 1142^{m}	4,30	+12	38,2	108	28	9,50	+16	38,6	117	30					
Sommet. . . . . . . 1680^{m}	5,15	+14	38,5	141	36	10,30	+18	38,8	148	29					
	Déjeuner.														
Départ . . . . 1680^{m}	6,10	. . . . .	. . . . . .	. . . . .	. . . .	11,30									
Pâturage . . . . . . 1442^{m}	6,40	+13	38	107	26	12	+17	38,2	116	31					
Bauloz . . . . 1146^{m}	7,10	+16	38,3	112	32	12,40	+21	38,4	118	34					
Rouges . . . . 716^{m}	7,55	+18	38,3	96	25	1,30	+18	38,2	105	30	3,20	+13	38,2	84	32
Duillier. . . . . 462^{m}	. . . .	. . . . .	. . . . . .	. . . . .	. . . .	. . . .	. . . . .	. . . . . .	. . . . .	. . . .	4,50	+20	37,8	84	28

Comme complément à ces tableaux, j'indique encore ci-dessous ma température interne au moment de l'arrivée sur une série de sommités des Alpes. Chaque fois il y avait eu une plus ou moins grande dénivellation et une certaine dépense de force musculaire. Cette série de chiffres ne représente pas un choix, c'est la liste des ascensions pendant lesquelles j'ai fait des observations complètes.

	Altitude.	Température rectale.	Température extérieure.
Grands-Mulets	3050m	38,96	+ 9,7
Monte Leone	3565	38,3	+ 6,7
Luisin	2780	38,52	+ 4
Dent de Morcles	2980	38,69	+21,8
Balmhorn	3688	38,41	+ 5,8
Dent-Rouge	2234	38,43	+11,2
Grand-Muveran	3061	38,91	+ 7,4
Buet	3109	38,23	+ 6
Pointe-de-Salles	2494	38,5	
Riffelhorn	2931	38,7	+ 5
Strahlhorn	4191	38,2	— 7,5
Mont-Rose	4638	38,3	+ 3
Mont-Avril	3341	38,4	+ 7
Pigno d'Arolla	3807	38,6	+10
Aiguille de Varens	2488	38,6	+ 3

Même au *Strahlhorn* où, avec un épais brouillard, un froid de 7 à 8°, il soufflait encore un vent du nord furieux qui nous forçait à marcher avec les plus grandes précautions et par conséquent lentement, ma température était de 38°,2. J'avais les pieds transis et un doigt de la main droite commençait à geler malgré mes gants. Ce n'est qu'avec peine, à force de frictions et surtout en frappant la main contre mon genou, que j'ai pu ramener la circulation du sang dans ce membre. Les extrémités

avaient donc froid, même très froid, mais l'intérieur du corps était encore surchauffé.

Au *Buet*, si la température est relativement moins élevée que sur d'autres cimes, 38°,2, cela tient à ce qu'avant d'atteindre le point culminant on a à parcourir un espace de neige presque sans inclinaison. Pendant ce trajet, court du reste, la température doit un peu baisser, par le fait des faibles efforts musculaires.

Au *Monte-Leone*, 38°,3 n'est pas non plus la température que j'aurais dû avoir si j'avais fait seul l'ascension. Nous étions nombreux, dix-huit si je ne me trompe. A une petite distance du sommet, du côté ouest, se trouve une arête de rochers et de glace; elle est à pic du côté des rochers et trop inclinée de l'autre pour pouvoir prendre la montagne de flanc. La traversée de ce passage a pris un certain temps, car plusieurs des grimpeurs étaient novices et ont dû être hissés à la corde. Nous étions tous encordés, nous ne pouvions passer qu'un à la fois et chacun à son tour. Il y a eu là une perte de temps assez considérable, sous un vent très frais, et je n'ai pas pu regagner jusqu'au sommet ce que j'avais pu perdre dix ou quinze minutes avant.

J'ajouterai encore à tous ces exemples, qu'après de longues journées de marche, 15, 16, 17 heures, et même plus, soit dans les Alpes, en chassant le chamois ou le tétras, soit dans le Jura ou même en plaine, chaque fois que j'ai pris ma température au retour, elle était au-dessus de la moyenne, toujours entre 38° et 39°, et certainement après ces longues courses, souvent répétées plusieurs jours de suite, avec un temps très restreint pour le sommeil, si l'organisme ne ressentait ni épuisement ni malaise, si la machine ambulatoire allait toujours, il y avait cependant fatigue musculaire. Cette fatigue aurait

peut-être semblé plus dure à supporter si le feu sacré de la chasse n'avait fait passer par-dessus bien des choses.

5° EFFET DU TRAVAIL MUSCULAIRE. PERTE DE POIDS

Après des marches d'une certaine durée, ou à la suite d'un travail musculaire prolongé, il va sans dire que le corps devant subvenir à cette dépense de force relativement grande, doit lui-même faire des pertes correspondantes.

J'ai fait quelques expériences sur ce sujet, mais malheureusement je ne pouvais pas facilement transporter une balance avec moi sur les Alpes, et je n'ai pu constater mon poids que les jours où je rentrais chez moi.

Mes pesées sont faites dans des conditions aussi semblables que possible, le matin, à jeun, après évacuations ce qui donne un poids très uniforme, quand on mène pendant quelques jours une vie sédentaire. Cette uniformité du poids du matin à jeun, tient surtout au fait que la quantité des liquides du corps a pu s'égaliser pendant la nuit, ce qu'il y avait de trop est expulsé avant la pesée, le corps a pu rentrer dans son état normal d'équilibre.

1re expérience. — 20 mai 1882.

					kos.	
20	mai	1	heure matin,	nu après évacuations	81,720	
»	»	8	» soir,	nu aucune selle	79,840	–1,880
»	»	9 1/2	»	nu après dîner aucune selle	82,090	+0,370
21	»	8	» matin,	nu à jeun après évacuations	80,600	–1,120

Pendant cette première expérience, j'ai marché tout le temps sur une bonne route, le parcours a été d'environ

80 kilomètres en 17 heures, arrêts déduits avec une dénivellation de 1500 m. environ. J'étais parti de *Duillier* pour passer le Jura au *Marchairuz*, 1450 m., descendre au *Brassus*, faire le tour du *lac de Joux*, 1009 m., remonter au *Marchairuz* pour rentrer à *Duillier* par le même chemin. Durant la course je n'avais fait qu'un repas vers 10 ou 11 heures du matin, sans noter le poids de ce que j'avais mangé.

Malgré cette absorption d'aliments, il y avait au retour une perte de 1^k880, perte que le dîner du soir a vite comblée; mais le lendemain matin, après que l'équilibre avait pu se rétablir dans le corps, après toutes les évacuations possibles, il y avait encore en moins une différence de 1^k120.

Comme seconde expérience pour le poids, j'ai utilisé l'exp. XIII que nous avons déjà analysée plus haut, les trois ascensions de la Dole, le 2 juillet 1884.

IIme expérience. — 2 juillet 1884.

					kos.	
2	juillet	12,30	matin,	nu après évacuations	84	
»	»	6,30	soir,	nu aucune selle. Mangé au sommet à 9 heures du matin, 300 gr. pain et 300 gr. veau, bu 1 $^1/_4$ litre vin 1 litre eau	81,400	–2,600
»	»	9,30	»	nu après dîner, bon appétit	83,300	–0,700
3	»	7,30	matin,	nu après évacuations	82,300	–1,700
4	»	»	»	» »	82,600	–1,400
5	»	»	»	» »	83,100	–0,900
7	»	»	»	» »	83,600	–0,400

Même au bout de cinq jours, je n'étais pas complètement revenu à mon poids normal, et pendant la durée de l'expérience, sans tenir compte des 600 gr. de nourriture solide absorbés, et des 2250 gr. de liquide bus (ces der-

niers, il est vrai, transpirés en bonne partie), il y a eu perte de 2k600. Si la course avait été faite sans prendre aucune nourriture, il y aurait eu certainement plus de 3 kilos de diminution dans le poids du corps.

Cette course, je l'ai déjà dit plus haut, représentait 15 heures 55 de marche avec une dénivellation de 2846 mètres.

La troisième expérience a duré deux jours, et je n'étais sur des routes que pour aller et revenir, soit pendant 7 à 8 heures ; le reste du temps je chassais le coq de bruyère dans les grandes forêts de sapins du Jura. Je n'ai pas noté le poids des aliments absorbés, mais pendant la durée de l'expérience j'ai mangé à ma faim, c'est-à-dire plutôt beaucoup que peu.

Pendant les 39 heures de l'expérience, j'ai fait trois repas, comme du reste c'est mon habitude ; mes heures n'étaient guère changées, un peu retardées seulement. Premier repas, le matin vers 9 heures (je partais toujours à jeun) ; un second le soir, vers 8 heures. Le dernier repas, avant la pesée du retour, avait été pris dans la matinée du 3 septembre, aussi vers 9 heures. Depuis le départ jusqu'au retour aucune selle.

IIme expérience. — 2 et 3 septembre 1884.

					kos.	
2 septembre	3	heures	matin,	nu après évacuations	83	
3 »	6	»	soir,	nu aucune selle depuis le départ	80,800	−2,200
» »	10	»	»	nu et après avoir dîné et après évacuations	83,450	+0,450
4 »	6	»	matin,	nu à jeun après évacuations..	82,600	−0,400

Dans cette expérience, la différence entre le poids au départ, le 2 septembre, et celui trouvé le lendemain du retour, soit le 4 septembre au matin, est relativement peu

considérable — 0^k400. Cette différence, beaucoup plus faible que dans les deux premières expériences, s'explique par des conditions différentes de l'organisme. Pour cette dernière expérience, le corps était déjà rompu à la fatigue. J'avais chassé la semaine précédente plusieurs jours le chamois, dans les Alpes, puis le 1er septembre, veille de l'expérience, j'avais compté 14 heures de chasse, arrêts déduits. L'organisme était entraîné à fond, tandis que pour les deux premières expériences je n'avais aucune préparation. Il est en effet bien connu que celui qui passe d'une vie sédentaire à une vie active est éprouvé en commençant, il maigrit, puis peu à peu tout cet exercice inaccoutumé semble devenir naturel, il se fait à ce genre de vie, et les variations dans son poids sont beaucoup plus faibles.

Résumons maintenant ces trois tableaux ; je n'ai pas noté le nombre d'heures de marche pour la troisième expérience, mais je puis le reconstituer à peu près. J'avais passé la nuit sur le Jura, au Marchairuz, je m'étais levé au petit jour pour partir aux environs de 5 heures, et rentrer le soir vers 7 heures, soit 14 heures, dont il faut en déduire une employée à déjeuner; reste 13 heures de marche par jour.

La somme des heures de marche pendant les quatre journées serait $17+16+13+13=59$.

La perte de poids au retour, sans aucune selle et malgré le déjeuner, serait $1^k880 + 2^k600 + 2^k200 = 6^k680$.

Ce dernier chiffre n'est pas parfaitement exact car une des courses a duré deux jours, pendant lesquels il y a eu deux déjeuners et un dîner.

Enfin le lendemain matin des courses, après toutes les évacuations possibles, c'est-à-dire lorsque l'organisme était

rentré dans les mêmes conditions qu'avant le départ, la perte de poids était de $1^k120 + 1^k700 + 0^k400 = 3^k320$.

Nous aurions : 1° Perte de poids par heure de marche sans tenir compte du déjeuner $\frac{6^k680}{59} = 0^k113$.

2° Perte de poids par heure de marche, sans tenir compte d'aucun repas, après une nuit de repos, lorsque l'équilibre des aliments solides et liquides a pu se rétablir $\frac{3^k220}{59} = 0^k056$.

Je ne donne ces chiffres que comme très approximatifs, mes expériences n'étant pas assez nombreuses pour établir une moyenne; du reste il me semble impossible que l'on puisse dire quelque chose d'absolu pour l'homme; chaque tempérament doit présenter de grandes variations. Quelques personnes en particulier mangent moins que d'habitude quand elles prennent beaucoup d'exercice; les variations dans leur poids seraient peut-être doubles des miennes, car plus je dépense et plus mon appétit augmente.

Duillier, mai 1885.

APPENDICE

Au moment d'envoyer mon manuscrit à l'impression, je reçois une lettre de M. Forel, me demandant les résultats de mes expériences pour les comparer à ceux que M. J. Gay publie dans la *Revue scientifique de Paris*, numéro du 6 juin 1885.

Après avoir lu ce petit article, je ne puis le laisser sans un mot de réponse. M. Gay dit :

« J'ai déterminé la température du corps dans des « ascensions nombreuses sur la plate-forme de la cathé- « drale de Strasbourg (70 m. au-dessus du sol). La « température, il est vrai, était prise dans la bouche, « mais avec un thermomètre Baudin à petit réservoir, « maintenu soigneusement sous la langue, et la bouche « fermée. Je crois qu'avec ces précautions, ce procédé « échappe à la plupart des critiques dont il a été l'objet; « en tout cas, les mesures ayant toujours été faites de la « même façon conservent leur valeur comparative. »

« Or, j'ai toujours vu la température *pendant* l'ascen- « sion inférieure de 0°,4 à 0°,5 à la température nor- « male. Aussitôt après l'ascension la température re- « monte, atteint et dépasse la température normale, « pour n'y revenir que par un repos prolongé. Le tra- « vail mécanique considérable P × H de l'ascension « augmente certainement l'activité des combustions chi- « miques, et par suite la production de chaleur. Mais « cette chaleur est consommée, et au delà, par le travail « accompli, si bien que la température du corps s'abaisse « un peu. Aussitôt que le travail cesse, la production de « chaleur ne cessant pas de suite, la température du « corps doit nécessairement s'élever. »

. . . .

« La température rectale de M. Forel était-elle prise « *pendant* l'ascension, ce qui me semble malaisé ou seu- « lement *après* et *pendant* un repos? En ce cas, ses con- « clusions seraient parfaitement d'accord avec les ré- « sultats que j'ai obtenus et ne contrediraient point « ceux de M. Lortet. »

Il n'est, en effet, pas très facile de prendre sa tempéra- ture rectale pendant l'ascension quand on doit faire une

vraie gymastique d'alpiniste, mais avec quelque petit artifice de toilette, on arrive à la prendre très facilement et sans en être le moins du monde incommodé pendant la marche sur des pentes raides et même dans des rochers pas trop scabreux.

J'ai tenu à faire encore cette expérience, car toutes les températures internes données dans le cours de mon travail ont été prises au moment de l'arrêt.

Aujourd'hui donc, 13 juin 1885, j'ai fait l'ascension de la Dole, ne fixant mon attention que sur les points soulevés par M. Gay. Je reproduis ci-dessous le tableau des différentes températures buccales et rectales prises :

1° Pendant la marche;

2° 7 minutes après l'arrêt;

3° 15 » »

4° 25 » »

Expérience XIX. — 13 juin 1885. Dole 1680m.

Heures.		Ext.	Rectale.	*d*	Buccale.	*d'*
3,35m.	Duillier, départ		°	°	°	°
6	Bauloz 1148m.......	+10°,5	38,46	—	36,70	—
6,07	....	....	38,45	−0,01	36,70	—
6,15	....	....	38,44	−0,02	37,20	+0,50
6,25	....	....	37,76	−0,70	37,17	+0,47
7,13	Pâturage 1442m.....	+ 9	38,31	—	36,80	—
7,20	....	....	38,10	−0,21	37,31	+0,51
7,28	....	....	38,02	−0,29	37,30	+0,50
7,38	....	....	37,83	−0,48	37,30	+0,50
8,18	Sommet 1680m......	+13,5	38,63	—	37,21	—
8,25	....	....	38,42	−0,21	37,69	+0,48
8,33	....	....	38,28	−0,35	37,71	+0,50
8,43	....	....	38,00	−0,63	37,52	+0,31

Pour prendre la température buccale, j'avais des soins très particuliers, je m'abstenais de respirer par la bouche au moins cinq minutes avant d'introduire le thermomètre.

Je n'ai pas trouvé, comme M. Gay, un abaissement régulier pendant la marche, au contraire, en arrivant au sommet, en particulier, ma température buccale était au-dessus de la normale, mais ce que j'ai trouvé avec une constance parfaite, c'est qu'en effet la température buccale s'élève après l'arrêt, tandis que la température rectale baisse déjà 7 minutes après l'arrêt d'une quantité appréciable.

Il me semble que ce résultat suffit pour condamner la méthode buccale. Pendant l'ascension, la fréquence respiratoire augmente beaucoup, l'air froid introduit en grande quantité par le nez refroidit le pharynx et ses environs immédiats. Si l'on s'arrête, la fréquence respiratoire diminue, il passe moins d'air au fond de la cavité buccale et celle-ci se refroidit moins, voilà, à mon idée, tout le secret de ces différences.

On entourera aussi soigneusement qu'on pourra le faire la boule du thermomètre avec la langue, malgré cela la température buccale ne sera pas la température interne du corps, mais presque une température périphérique, et surtout une température essentiellement sujette à varier.

On voit sur le tableau qu'à toutes les lectures de température rectale, cette dernière baisse dès le moment de l'arrêt (la colonne *d* indique le nombre de centièmes de degré de diminution), tandis que pour la température buccale, 25 minutes après l'arrêt, j'avais encore une température supérieure à celle trouvée pendant la marche. Je n'ai pas poussé plus loin, car après 25 minutes de repos,

la température n'a été dans aucun cas en croissance, mais au contraire en décroissance.

Après cette expérience, je ne vois pas un mot à changer à ce petit mémoire, je maintiens tout ce que j'ai dit sur la température, et je répète ce que j'avançais plus haut, savoir, que les observateurs qui ont trouvé un abaissement de température pendant la marche, ne doivent ce résultat qu'à un système d'expérimentation défectueux.

13 juin 1885.

OBSERVATIONS

SUR LE

MOUVEMENT DES OSCILLARIA

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER
Professeur à l'Académie de Lausanne.

I

J.-P. Vaucher, auquel nous devons une histoire des Conferves d'eau douce publiée en 1803, nous donne une description assez détaillée des *Oscillatoires* connues à cette époque. « C'est au citoyen *Boissier*, dit-il, que je dois « l'avantage de les connaître : cet amateur distingué « d'histoire naturelle et de chimie rapporta d'Aix, en « l'an VIII, une espèce d'*Oscillatoire* que le citoyen *De-* « *saussure* avait trouvée et décrite depuis quelques an- « nées (sept. 1789). »

Vaucher mentionne un fait dont l'observation a été attribuée à des botanistes plus récents, savoir l'épanouissement des filaments d'*Oscillaria*, lorsqu'on les place complètement enchevêtrés dans une coupe remplie d'eau. Il attire en même temps l'attention sur les rapports qui existent entre la température et l'énergie des mouvements

des *Oscillaria.* « Pour moi, dit-il, j'ai constamment remar-
« qué que plus la journée est chaude, plus l'*Oscillatoire*
« étend promptement ses rayons, et qu'en hiver plusieurs
« espèces, non seulement ne s'étendent point, mais en-
« core disparaissent presque entièrement. »

Le savant genevois observe également l'influence de la lumière sur les mouvements des *Oscillatoires.* Il cite à cette occasion une observation de *de Saussure,* qui avait enveloppé d'un drap noir et épais le verre qui contenait des *Oscillatoires,* en faisant à ce drap des ouvertures par lesquelles la lumière pût parvenir jusque dans l'intérieur du vase ; alors les *Oscillatoires* qui y étaient répandues venaient se réunir à l'endroit du verre qui était découvert.

Vaucher a parfaitement bien observé les différents mouvements exécutés par les filaments d'*Oscillaria* ; mais il trouve tant de bizarrerie dans leur marche, les directions de leurs mouvements lui ont paru si différentes, qu'il lui semble que ce mouvement ne pouvait guère s'expliquer par des agents mécaniques. Au contraire, il a, d'après lui, tous les caractères d'un mouvement spontané. « Il est plus vite
« ou plus lent, non seulement dans des filets différents,
« mais encore dans le même ; il a lieu à droite ou à gau-
« che, en avant ou en arrière ; en un mot, il est aussi
« varié que celui des vers rampants, auxquels nous n'hé-
« sitons pas d'accorder le titre d'animaux. « En partant de cette idée, Vaucher distingue dans une de ces espèces (*O. princeps* Vauch.) une tête effilée qui occupait environ la 20me partie du tube ; ses anneaux, au nombre de quatre on cinq, étaient beaucoup plus longs que ceux du corps ; l'animal avait la propriété de les allonger ou de les retirer, en sorte que sa tête se terminait tantôt en aiguille, tantôt au contraire en pointe obtuse : rarement

elle se trouvait sur la même droite que le reste du corps; plus souvent, elle était fléchie, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Quant à la cause du mouvement, notre auteur était à peu près aussi avancé que nous le sommes aujourd'hui. « J'ai cherché, dit-il, avec beaucoup de soin à « apercevoir quelque mouvement dans les anneaux, mais « je n'ai pu y parvenir; je voyais bien l'animalcule se « mouvoir, mais je ne pouvais point reconnaître la ma- « nière dont s'opérait le mouvement. La largeur de ses « anneaux m'a paru constamment la même; jamais je ne « les ai vu s'écarter ou se rapprocher comme ceux de la « tête, jamais non plus je n'ai découvert sur le tube des « aspérités, des brosses ou tel autre organe qui pût aider « au mouvement, *Desaussure* n'a pas été plus heureux. « Quoiqu'il n'y ait guère de doute que le mouvement des « *Oscillatoires* ne s'exécute par la contraction et dilata- « tion successive des anneaux. Cependant, on ne peut « pas dire jusqu'à présent que cette opinion ait été con- « firmée par les faits. »

Nous voyons le talent d'observation de Vaucher dans la manière dont il décrit la segmentation des *Oscillaria*. Chez *O. princeps*, il observe un grand nombre de tubes, divisés dans leur étendue en deux ou plusieurs parties. Ces divisions d'abord imperceptibles et qu'on ne reconnaît qu'à une légère transparence, s'étendent peu à peu et bientôt deviennent très marquées. On voit distinctement que le tube se sépare en deux ou plusieurs parties, qui sont retenues toutes ensemble par une membrane transparente qui est commune à toutes les *Oscillatoires*. Enfin, les parties divisées sortent de l'enveloppe, et l'on voit souvent les tubes qui les ont contenues, moitié transparents et moitié remplis par l'*Oscillatoire* qui s'y trouve renfermée. (Vaucher, loc. cit.)

Vaucher fait encore observer avec raison que le temps employé par les *Oscillatoires* pour leur accroissement, doit dépendre de la température. Il a observé que toutes les liqueurs irritantes, acides ou alcalines, les font périr sans retour. Certaines espèces ne craignent pas une haute température ; celle qu'on trouve dans les eaux d'Aix (*O. Adansonii* Vauch.) vit et se multiplie à une température de 33° à 37° R. [1]. Enfin, notre auteur signale le fait que, sous l'influence de la lumière, les *Oscillaria* exhalent de l'oxygène.

Il m'a semblé intéressant de citer les observations d'un naturaliste datant du commencement de ce siècle, pour établir la comparaison entre les faits connus à cette époque et ceux qui résultent des recherches plus récentes. Je n'ai cependant pas l'intention de passer en revue les différentes opinions émises sur la cause du mouvement des *Oscillaria.*

Sachs (Physiologie végétale, trad. de M. Micheli, 1868) dit que nous ne connaissons à peu près rien de la théorie mécanique des mouvements, soit en ligne droite, soit rotatoires des *Oscillatoriées.* Le même auteur ramène les mouvements du protoplasma à trois types principaux. Les molécules d'une masse protoplasmique changent leurs positions relatives; ce mouvement est souvent, mais n'est pas nécessairement accompagné d'un changement dans les contours de la masse. D'autres fois, les molécules conservent leur position respective, mais tout l'organisme, sans changer de forme, se déplace, soit par une rotation

[1] Vaucher dit qu'il a donné à cette Oscillatoire le nom d'Adanson pour honorer le nom de ce botaniste célèbre, qui le premier a observé ces animalcules.

autour d'un axe, soit par un mouvement sur une ligne droite ou courbe. Ce sont des mouvements de masse dont les deux espèces peuvent se combiner entre elles, comme cela se voit dans les *Oscillatoriées*.

Pfeffer (Pflanzenphysiologie, 1881) donne un aperçu de nos connaissances sur les mouvements des *Oscillariées*. Contrairement à l'opinion émise par *Cohn*, il admet que les *Oscillariées* ne rampent pas seulement, mais qu'elles peuvent nager librement (Nägeli, Beiträge zur Wiss. Bot. 1860), ce que j'ai constaté bien souvent. Il exclut comme cause du mouvement la rotation autour de l'axe longitudinal. D'après *Nägeli*, le corps des *Oscillariées* reste relativement rigide pendant leur mouvement libre ; les mouvements par secousses et par soubresauts résultent de la cessation d'une tension produite pendant la reptation par adhésion ou par la résistance d'un obstacle ; il explique ainsi en partie l'illusion des mouvements de va-et-vient des filaments d'*Oscillaria*.

L'adhésion de particules solides à la surface des *Oscillariées* suppose une surface visqueuse. *Siebold* et *M. Schulze* constataient que des particules de carmin et d'indigo adhérant à la surface des *Oscillariées* furent poussées vers une extrémité du filament pour exécuter ensuite un mouvement rétrograde. *Pfeffer* admet qu'une force motrice, capable de mouvoir des particules solides à la surface des *Oscillariées* devient la cause du glissement de ces organismes sur un substratum solide. Il n'en découle cependant pas que le mouvement résulte de l'activité de la matière visqueuse, car, d'après *Pfeffer*, les particules solides pourraient être mises en mouvement par d'autres causes, par exemple par un courant d'eau provenant de l'intérieur de l'organisme. Les expériences d'*Engelmann* nous appren-

nent seulement l'existence d'une couche différente à la surface des *Oscillariées*, mais ne la caractérisent aucunement comme protoplasma. Notre auteur ne regarde pas non plus comme prouvée l'opinion de *Nägeli*, de *Siebold*, de *Dippel*, de *Mereschkowsky*, d'après laquelle les mouvements des *Oscillariées* seraient produits par des actions diosmotiques. (Pfeffer, loc. cit.)

Dans un travail publié en 1880, *Zukal* (Œstr. bot. Zeitg.) communique ses observations sur *Spirulina Jenneri* Ktz. Des filaments encore droits placés dans la chambre humide produisent leur torsion par l'allongement des cellules placées en spirale (?) ; pendant l'allongement de ces cellules, les mouvements de l'algue deviennent toujours plus énergiques, la résultante des pressions dominantes produit, d'après *Zukal*, la rotation autour de l'axe.

Dans un travail plus récent, *Hansgirg* (Bot. Centralblatt, 1884, N° 14) explique le mouvement des *Oscillariées* qui, d'après lui, ne se meuvent que sur un substratum, ni par une couche extérieure de protoplasma, ni par la contractilité de la membrane, mais uniquement par osmose. En enlevant de l'eau à l'*Oscillaria antliaria*, le filament s'est raccourci de $^1/_6$ de sa longueur primitive. En reprenant de l'eau, il a repris sa longueur ordinaire ; dans l'huile d'amandes, les mouvements cessaient au bout de deux à quatre jours. Comme *M. Schultze*, *Cohn*, *Pfitzer* et autres, il lui a été impossible de constater l'enveloppe de protoplasma d'*Engelmann*.

II

Dans le courant de l'été passé, j'ai eu l'occasion d'observer une belle espèce d'*Oscillaria* (O. æruginneo-cœrulea

Ktz.) qui recouvrait la vase et des fragments de bois dans une grande mare sous la tour de Rovéréaz, au N.-E. de Lausanne. La couleur de cette algue est d'un beau vert bleuâtre; elle forme des filaments finement cloisonnés, dont le diamètre varie de $^1/_{180}$ mm. à $^1/_{200}$ mm.; les cloisons présentent de fines granulations; les extrémités sont arrondies. Les plantes desséchées sur du papier gardent indéfiniment leur belle couleur, tandis que dans l'alcool elles prennent une coloration d'un vert jaunâtre.

Lorsqu'on place dans un bocal rempli d'eau les fragments de bois couverts d'*Oscillaria,* celles-ci quittent en partie leur substratum, traversent l'eau et se fixent sur les parois du bocal, le long desquelles elles grimpent jusqu'à ce qu'elles arrivent à la surface de l'eau, et même au-dessus de celle-ci, s'accumulant surtout dans les anfractuosités de la partie supérieure du bocal. Des *Oscillaria,* aux filaments enchevêtrés placées dans l'eau, se débrouillent rapidement en rayonnant, fait déjà fort bien observé par *Vaucher.*

Sous le microscope, on observe dans notre *Oscillaria* différentes sortes de mouvements : 1. rotation autour de l'axe du filament ou de ses segments; 2. reptation ou glissement sur un substratum solide ; 3. mouvement de translation parfaitement libre dans le liquide ; 4. nutation ou flexion des filaments ; 5. secousses brusques ou soubresauts exécutés par les filaments; 6. rayonnement.

Adanson, Vaucher, de Saussure, ont déjà observé l'influence de la température sur les mouvements des *Oscillaria. Adanson* affirme que l'espèce qu'il a observée demeure immobile dans une température au-dessous de 9° R.; mais *Vaucher* ajoute : « quoique le mouvement « soit réellement moins marqué, lorsque la température

« est plus froide, j'ai vu cette *Oscillatoire* étendre ses « filets au milieu de l'hiver. »

Pour expliquer cette contradiction, il faut observer que non seulement les différentes espèces d'*Oscillaria* se comportent d'une manière différente par rapport à la température, mais qu'il faut encore distinguer les différentes sortes de mouvements ; le simple rayonnement, par exemple, peut se produire à une température plus basse que les mouvements énergiques de rotation, de glissement et de translation.

Dans l'espèce que j'ai observée, et qui, au printemps, se trouvait dans un bocal dont l'eau avait une température de 10° C., le mouvement était d'abord complètement nul ; éclairés alors et réchauffés par les rayons du soleil, ces filaments sortaient de leur état de torpeur en manifestant leur réveil par de faibles mouvements de secousses et de rayonnement. A mesure que la température s'élevait au-dessus de 10°, les mouvements de torsion, de flexion, de translation, devenaient plus accentués ; ces mouvements atteignaient leur maximum d'énergie à une température qui se trouvait entre 20° et 30° C. Lorsqu'on chauffe peu à peu l'eau dans laquelle se trouve notre *Oscillaria* jusqu'à 50° C., les filaments subissent une segmentation rapide, on obtient des fragments si courts, qu'ils ressemblent à des *Chroococcus* ; mais, à cette température, tout mouvement a cessé dans l'espèce que nous avons observée, quoique l'algue paraisse encore vivante ; le mouvement n'a pas réapparu, lorsque après avoir chauffé l'eau jusqu'à 50°, on la laisse se refroidir. Sous l'influence de cette température élevée, il s'est formé un grand nombre de ces cellules appelées cellules mortes, qui ont causé la segmentation.

Quant à l'influence de la lumière, je n'ai qu'à confirmer l'observation de *de Saussure* citée par *Vaucher* (loc. cit.). Sous l'influence d'une lumière d'intensité modérée, les *Oscillaria* se dirigent vers la lumière, tandis que sous l'influence d'une lumière intense elles se dirigent du côté opposé. De forts courants d'induction font cesser tout mouvement. Toutes les matières qui tuent le protoplasma (acide formique, teinture d'iode, etc.), produisent le même effet, c'est-à-dire arrêtent le mouvement. Lorsqu'on traite l'*Oscillaria* avec du chlorure de zinc et de la teinture d'iode, tout le contenu du filament se colore en jaune ou en brun, tandis que l'enveloppe ou la gaine reste parfaitement incolore. Dans les filaments jaunis, on aperçoit distinctement une succession de petits disques plasmatiques ; on ne voit ni noyau, ni coloration bleue, pas plus que du protoplasma exsudé.

En comprimant les filaments d'*Oscillaria* entre le porte-objet et le cover, de même qu'entre deux feuilles de papier buvard il se produit une rapide segmentation ; le mouvement des filaments et des segments qui a cessé, reprend au bout d'un certain temps, surtout dans de l'eau de 20°. Lorsque la compression est très faible, le mouvement devient plus énergique ; il se montre même alors dans des filaments qui, avant la compression, étaient immobiles.

La segmentation qu'on peut produire par une élévation de température, par des réactifs chimiques (chlorure de zinc, iode, etc.), par une soustraction d'eau, etc., se produit naturellement; elle s'opère dans l'intérieur de la gaine; elle est souvent produite par la formation de cellules appelées cellules mortes. Les fragments qui résultent de ce travail de segmentation sont de longueur bien diffé-

rente. Il se forme ainsi des baguettes composées d'un petit nombre de cellules. quelquefois même il se forme des cellules arrondies, isolées, qui ressemblent d'une manière frappante à des *Chroococcacées*. Ces fragments de filaments résultant de la segmentation glissent hors de la gaine et se meuvent dans l'eau, tandis que la gaine reste quelquefois complètement vide. Les baguettes vertes se meuvent librement dans l'eau; elles sont d'abord complètement rigides, mais dès qu'elles atteignent une certaine longueur, on aperçoit des mouvements de flexion et de rotation. La segmentation en baguettes et en cellules arrondies s'observe surtout dans les filaments de notre *Oscillaria*, qui ont rampé sur la paroi du verre, qui sont sortis de l'eau et qui se sont cachés et accumulés dans le creux intérieur du rebord supérieur du bocal. *Zopf* (Zur Morphologie der Spaltpflanzen, 1882, p. 54) a observé le même fait sur *Oscillaria leptotricha* Ktz. qui s'était accumulé en masse entre les valves de *Cypris*.

Lorsque des filaments enchevêtrés qui se trouvent sous le microscope sont éclairés d'un seul côté par de la lumière diffuse, ils se débrouillent peu à peu en se dirigeant vers la lumière qui éclaire le champ visuel, ils se fléchissent d'abord doucement à leur extrémité, ce mouvement de flexion se propage peu à peu dans toute la longueur du filament, puis viennent des mouvements brusques de déplacement latéral, rotation autour de l'axe, puis un glissement doux, sans flexion, excepté à l'extrémité antérieure, qui semble tâtonner à droite et à gauche, le reste du filament s'avance doucement comme un courant plasmatique. Les particules solides qui se trouvent près de la surface semblent marcher en sens inverse; l'illusion est frappante, si on ne voyait pas la partie antérieure du filament s'avancer et se fléchir à droite et à gauche.

On observe quelquefois des filaments complètement tournés en spirale qui se meuvent en glissant autour des filaments droits. Deux filaments droits glissent souvent l'un sur l'autre, puis ils se quittent brusquement par un mouvement latéral et continuent leur mouvement d'une manière indépendante.

Ces différents modes de mouvement des *Oscillaria* ont-ils une cause unique ? Lorsqu'on traite les filaments dans leur gaine avec du chlorure de zinc et de l'iode, la gaine reste parfaitement incolore, on n'aperçoit pas trace de protoplasma à la surface de celle-ci; or, le filament se meut aussi bien enveloppé complètement par la gaine que sans elle ou dans son intérieur. Si on peut expliquer les mouvements de nutation et de flexion par l'inégal accroissement des différentes faces des filaments d'*Oscillaria*; celui-ci n'explique plus le glissement, la reptation et surtout le mouvement de translation libre des filaments, des baguettes et des cellules isolées. La simple osmose ne me paraît pas suffire non plus pour expliquer tous les mouvements si variés, dans des sens souvent très différents des filaments qui rampent, qui se tordent, qui tournent autour de leur axe, qui nagent, etc., etc.

Un fait général qui frappe dans les observations et expériences qu'on peut faire sur les *Oscillaria*, c'est que tous les agents qui augmentent l'énergie du protoplasma augmentent également l'énergie et l'intensité du mouvement des *Oscillaria*, tandis que tout ce qui affaiblit et anéantit l'une affaiblit et anéantit l'autre. Quelle que soit la cause directe, mécanique des mouvements des *Oscillaria*, on ne peut pas méconnaître que cette cause est une fonction du protoplasma vivant de la cellule des *Oscillaria* qui, comme le fait observer Strasburger (Practicum, p. 357), réunit dans

une substance commune, le plasma, le noyau et les chromatophores, c'est-à-dire tous les éléments du corps de la cellule végétale. Vaucher a comparé le mouvement des *Oscillaria* à celui des vers. Eh bien, nous ne connaissons pas non plus la cause directe, mécanique, qui produit la contraction de la fibre musculaire, quoique nous sachions que cette contraction, et par conséquent le mouvement des animaux, est une fonction de la matière nerveuse, et lorsque cette matière n'est pas encore différenciée, une fonction du protoplasma vivant qui compose le corps de la cellule animale.

En un mot, nous ignorons encore la cause immédiate, mécanique, du mouvement des *Oscillariées*, et lorsqu'on ne veut pas se payer de mots, il faut la chercher en l'établissant sur des preuves incontestables.

L'ÉVOLUTION DES PLANTES PHANÉROGAMES

D'APRÈS MM. DE SAPORTA ET MARION

PAR

M. Alph. DE CANDOLLE

Les savants naturalistes, auteurs de l'*Évolution des Cryptogames*, viennent de publier deux autres volumes [1], qui présentaient bien plus de difficultés, sur l'évolution des plantes phanérogames (Gymnospermes et Angiospermes). Les formes de ces végétaux dans la série des temps ont été beaucoup plus nombreuses que celles des Cryptogames. Ils ont traversé, en se modifiant, plusieurs époques géologiques et se sont répandus, en raison des dispositions géographiques des terres émergées et des climats, d'où il est résulté une suite de complications que l'on commence à peine à débrouiller. Le règne végétal actuel n'est qu'un reliquat, amoindri à certains égards, augmenté à d'autres, des formes qui ont précédé. C'est en employant l'organogénie, la géographie botanique et

[1] L'évolution du règne végétal, les Phanérogames, 2 volumes in-8°, Paris 1885, faisant partie de la bibliothèque scientifique internationale publiée sous la direction de M. Alglave.

surtout la paléontologie qu'on peut arriver à découvrir son histoire.

Primitivement, selon nos auteurs, les êtres organisés ont vécu dans la mer [1]. Les animaux s'y sont développés d'une manière excessivement variée, mais les végétaux, à l'exception des Algues et autres plantes cryptogamiques, n'ont trouvé des circonstances favorables qu'à l'air libre, sur les terrains successivement émergés. L'impossibilité pour eux de se modifier à un haut degré dans le sein de la mer est si grande dans l'opinion de MM. de Saporta et Marion, qu'ils regardent les Nymphéacées, les Naïadées et les Lemna, comme des Phanérogames probablement développées jadis sur terre, qui ont fait retour à un milieu aquatique. On peut avoir des doutes à cet égard puisque ce sont des végétaux d'une organisation simple, qui ressentent à la surface des eaux l'influence de l'air et de la lumière. Malheureusement, il n'y a pas de critère connu pour distinguer les formes dégénérées de celles qui commencent à évoluer. Les botanistes ont admis depuis longtemps le fait du non-développement et de l'avortement de certains organes [2], sans remonter à l'origine et aux causes de ces phénomènes. Il y en a des exemples très clairs, indépendants de toute théorie [3]. Mais pour avoir la même certitude à l'égard de plantes qui se sont succédé depuis des temps indéfinis, il faudrait des

[1] Vol. 1, p. 1, 2; vol. 2, p. 3.

[2] La Théorie élémentaire, par Aug.-Pyr. de Candolle, en 1813, repose en partie sur ces notions.

[3] La découverte, aux environs de Paris, d'un fraisier ayant une seule foliole avait conduit Duchêne, en 1766, longtemps avant Lamarck, à admettre le transformisme. Évidemment cette plante — dont Linné a fait une espèce, Fragaria monophylla, en dépit de sa définition de l'espèce — provenait des fraisiers à plusieurs folioles.

preuves au moyen des fossiles qu'on est encore loin de posséder. Le retour des Nymphéacées d'un état compliqué à un état simplifié serait dans tous les cas très ancien, d'après nos auteurs, car ils donnent (vol. 2 p. 125) la figure d'une feuille de Nelumbium trouvée dans la craie.

Des critiques de détail, comme celle-ci, ne diminuent pas la vérité du coup-d'œil d'ensemble qui montre les Phanérogames comme étant des plantes terrestres, modifiées surtout par l'air, la lumière et les variations de la température atmosphérique. L'idée est juste et il était à propos de la mettre en évidence dès les premières pages du livre.

La méthode suivie par MM. de Saporta et Marîon pour expliquer l'évolution probable des groupes de Phanérogames est très logique.

Elle consiste à chercher, pour chaque groupe, dans les plantes vivantes et les fossiles les formes les plus simples, dont on voit des preuves ou des traces dans des genres ou espèces plus développés. L'état ancien, peu varié, constitue des formes préliminaires, qui ont servi de points de départ. Le terme *pro*, mis avant le nom du groupe, exprime très bien ce que les auteurs ont voulu dire. Ainsi des *Progymnospermes* ont donné naissance aux *Gymnospermes* et *Métagymnospermes*, et des *Proangiospermes* aux *Angiospermes*, soit *Monocotylédones* et *Dicotylédones*. Sans doute il ne faudrait pas prendre les groupes originels comme nettement définis, car les passages aux groupes dérivés doivent avoir eu bien des transitions, mais l'idée n'en est pas moins bonne. Elle permet de classer les faits et de raisonner clairement sur leur compte. On peut considérer les Progymnospermes et Proangiospermes comme des

groupes, si l'on part de la différence des formes, ou comme des stades, en partant des évolutions successives.

Le stade progymnospermique est accusé par les Sigillariées, Poroxylées, Calamodendrées, Dolérophyllées, toutes fossiles, et par les Cordaïtées, fossiles également, qui touchent aux Salisburiées et Cycadées, en partie subsistantes. C'est dans ce groupe immense de végétaux presque complètement éteints que les paléontologistes ont fait les découvertes les plus remarquables depuis une trentaine d'années. Les observations d'Ad. Brongniart, qui s'est montré grand explorateur de faits nouveaux jusqu'à la fin de sa vie, ont été la source de ces travaux si importants que MM. de Saporta et Marion expliquent et résument d'une manière lumineuse. Malheureusement nous ne pouvons copier ici leurs planches et, sans des figures, il est bien difficile de comprendre des formes de fleurs ou de graines qui ont à peine des analogues dans la végétation actuelle. Que nos lecteurs veuillent bien étudier les pages 1 à 188 du premier volume, sur les Progymnospermes suivies des Gymnospermes et Métagymnospermes soit Gnétacées, ils auront ce qu'il y a de mieux prouvé sur les végétaux de l'époque carbonifère, continués jusqu'à nos jours, au moyen de quelques épaves comme le Ginckgo et les Cycadées. C'est une comparaison des plus instructives, exposée aussi clairement qu'on peut l'avoir dans l'état de la science.

Le passage des Proangiospermes aux Monocotylédones et Dicotylédones est plus facile à faire comprendre sans le secours des figures, parce qu'il s'agit essentiellement de plantes vivantes ou de fossiles qui leur ressemblent beaucoup.

L'état proangiospermique peut être présumé d'abord

par le développement de chaque individu de la classe des Phanérogames proprement dites (Mono ou Dicotylédones). Ainsi, pour les appendices appelées feuilles, depuis les cotylédons jusqu'aux ovaires, le début est par un embryon ellipsoïde, composé d'une masse de tissu cellulaire, sur lequel se dessinent les protubérances qui sont la ou les premières feuilles, soit cotylédons. Ces premières feuilles ont, en général, des formes simples et des nervures parallèles. Les suivantes se compliquent plus ou moins par l'addition du pétiole et du limbe. La base, soit gaine, qui paraît la première et ne manque jamais, a dû exister chez les Proangiospermes. Beaucoup de Monocotylédones (Iris, Yucca, etc.), et quelques Dicotylédones (Éryngium bromeliæfolium) n'ont pas d'autres feuilles que ces gaines de l'état primitif. Tel est aussi le cas des écailles situées à la base des rameaux et de la plupart des bractées, sépales et pétales. Chose singulière ! c'est dans quelques familles, très naturelles, qu'on remarque, selon les espèces, des feuilles uniquement à l'état de gaines ou extrêmement compliquées. Les Aracées, parmi les Monocotylédones, et les Renonculacées ou les Ombellifères, parmi les Dicotylédones, en offrent des exemples.

Les fleurs des Proangiospermes ont dû présenter quelque chose comme un épi, dont les feuilles-étamines étaient dans le bas et les feuilles-ovaires au-dessus. C'est encore ce qui existe dans un grand nombre d'Angiospermes, et en cela elles diffèrent des Gymnospermes, où les fleurs mâles et femelles ont des origines séparées et des dispositions différentes.

MM. de Saporta et Marion recherchent ensuite si la paléontologie révèle déjà des plantes ayant les caractères proangiospermiques. Ils en trouvent plusieurs exemples.

« En Europe, dès la fin du paléozoïque, à côté des plus anciennes Conifères, des Cycadées* et des Salisburiées primitives, on remarque la présence de quelques types vraisemblablement phanérogamiques, qui ne rentrent dans aucun de ces trois groupes et qui semblent représenter les ébauches plus ou moins avancées d'Angiospermes prototypiques. Le plus ancien, mais aussi le plus paradoxal de ces types est le *Spirangium*, qui se montre dans le carbonifère récent pour ne disparaître qu'avec le Wéaldien, en ne laissant voir, pendant une aussi longue durée, que d'insignifiantes variations de contour et de dimension. » Le genre *Fayolia*, découvert récemment par MM. Renault et Zeiller (*Comptes rendus de l'Acad.*, 2 juin 1884), en est voisin. Ces deux genres présentent une sorte d'involucre, à pièces contournées en spirale, qui paraissent contenir des graines.

Dans le trias (grès bigarré des Vosges) l'*Ætheophyllum speciosum* Schimp. et Moug. n'a que des feuilles linéaires, à nervures longitudinales, groupées par trois, et des épis analogues à ceux de nos *Typha*. Au-dessus du trias on connaît des *Yuccites*, soit plantes analogues aux *Yucca*. Mais le genre fossile sur lequel nos auteurs donnent des détails nombreux et en partie nouveaux [1] est le *Williamsonia*, qui a exercé la sagacité d'un grand nombre de savants et qu'on a rapproché tantôt des Cycadées et tantôt des Balanophorées. Les feuilles sont simples et imbriquées. Une sorte d'involucre contient un amas de carpelles, ayant de la ressemblance avec les fruits de Pandanées, et qui seraient composés d'ovaires, à peu près comme dans le gynécée des *Magnolia*. Les *Williamsonia*

[1] Pages 236 à 247, avec quatre figures.

qui ont joué un rôle important à l'époque secondaire, ont été signalés jusque dans le jurassique des Indes orientales. Les *Weltrichia* et *Goniolina* se rapprochent des *Williamsonia*.

« Au total, et malgré leur insuffisance, disent nos auteurs, les notions tirées des types fossiles concordent avec les idées théoriques que l'étude des plantes actuelles nous ont suggérées, ou du moins ne les contredisent pas et nous engagent, par conséquent, à les admettre jusqu'à preuve contraire. Nous pouvons les résumer en quelques mots. — Dans la succession des terrains, avant la formation des couches caractérisées par les restes abondants des premiers végétaux dicotylés et monocotylés, avant le moment de l'apparition des flores angiospermiques proprement dites, nous rencontrons les organes de diverses plantes ambiguës, ayant quelques traits des Angiospermes les plus simples, mais représentant incontestablement des familles primitives aujourd'hui éteintes. Ces plantes doivent correspondre à l'un des premiers stades évolutifs des Angiospermes. Elles semblent offrir les traits principaux de l'organisation que nous avons attribuée aux Proangiospermes. En l'état de nos connaissances, en face de la pénurie des documents paléontologiques, il serait imprudent de se prononcer d'une manière plus tranchée. » (1 p. 249).

Les Monocotylédones et les Dicotylédones se sont élevées de cette base commune des Proangiospermes, non sans conserver des formes qui les rappellent, et avec des ressemblances d'une classe à l'autre qui s'expliquent par une origine commune. Lorsqu'on connaîtra mieux les Proangiospermes fossiles on trouvera probablement des diversités, précurseurs de chaque classe et peut-être de

certains groupes de ces classes. Il n'est pas dit que les Monocotylédones, qui présentent trois ou quatre catégories assez différentes (Glumacées, Aracées, Liliacées, Orchidées) et les Dicotylédones qui sont Thalamiflores, Calyciflores, Corolliflores ou Diclines (partie des Apétales Juss.) proviennent d'une seule souche ou même de deux. MM. de Saporta et Marion ne l'affirment pas et il nous semble que la géographie botanique est contraire à cette hypothèse, puisque les principales catégories dont nous venons de parler sont répandues dans le monde entier et existent dans des îles séparées depuis des temps géologiques incalculables. On peut faire le même raisonnement sur plusieurs familles. Celles dont l'organisation est très simple et qu'on peut croire les plus anciennes, comme les Graminées, Renonculacées, Amentacées existent aujourd'hui dans des régions très distantes les unes des autres. Il faudrait exagérer les changements géographiques et les moyens de transport pour croire qu'elles ne se sont pas développées dans plusieurs points d'origine. Quelques Phanérogames d'organisation compliquée, comme les Orchidées et les Composées, présentent le même phénomène. Leur dispersion actuelle nous paraît être aussi un indice d'origines anciennes et multiples, tandis que leur complication fait présumer une descendance tardive d'autres formes. Nos auteurs ne mentionnent qu'une fois les Composées (2 p. 18), pour dire que leur inflorescence est analogue à celle de plusieurs Monocotylédones. J'aurais été curieux de savoir comment ils comprennent l'extension singulière de cette famille et, par exemple, le fait que la flore de l'île de Juan-Fernandez est constituée pour une moitié à peu près de Fougères, famille d'une très grande ancienneté, et pour l'autre de Composées, très

différentes de celles du continent américain. Peut-être faut-il en conclure que certaines formes compliquées sont aussi très anciennes, et en suivant cette idée je me rapproche d'une opinion de nos auteurs : que les Phanérogames ont pu commencer bien plus tôt qu'on ne le pense.

Ils insistent aussi sur une idée, parfaitement juste, que la diffusion de certaines formes dans le monde a pu arriver longtemps après leur existence dans telle ou telle région où elles auraient commencé (2 p. 102). La diffusion peut venir de circonstances géographiques ou climatériques nouvelles, et elle a pu avoir lieu rapidement. Il est peu probable que les géologues soient tombés sur un gisement de fossiles indiquant la véritable origine avant cette diffusion. Les plus anciennes Dicotylédones connues ne sont pas antérieures au milieu de l'époque crétacée et alors, soit en Europe, soit dans l'Amérique septentrionale, elles étaient abondantes, mais il est possible qu'elles fussent cantonnées, depuis longtemps, en quelque lieu. De même pour les Phanérogames en général. Elles ont pu commencer sur des montagnes, au-dessus des régions basses, plus ou moins submergées, où abondaient les végétaux de la houille.

Un des mérites de l'ouvrage, relativement aux traités anciens de géologie, est de tenir compte habituellement de ce que les naturalistes appellent, depuis plus d'un siècle, des *stations*, c'est-à-dire la nature physique des localités. Il est clair que des flores ou des faunes très différentes et cependant contemporaines se trouvent juxtaposées par ce genre de causes. En l'oubliant on a commis des erreurs, de même qu'en supposant que les espèces s'éteignent partout à la fois, tandis qu'elles continuent quelquefois d'une époque à l'autre en changeant de place,

ou reviennent même, quand une ancienne station rentre dans son état antérieur, ce qui produit des colonies superposées. Sur ces questions la géographie botanique et zoologique a rendu de grands services aux géologues. Ils comprennent aujourd'hui la diversité des faits contemporains dans chaque région et dans des pays éloignés.

Si l'on veut apprécier les avantages d'une fusion judicieuse des connaissances du naturaliste et du géologue il faut lire, dans la seconde moitié du deuxième volume, la succession de certaines flores dans l'hémisphère boréal et les séries de formes successives qui font passer de certaines espèces de l'époque secondaire ou tertiaire aux espèces actuelles. Les articles remarquables de M. de Saporta dans la *Revue des Deux-Mondes* ont familiarisé le public avec ses idées sur les migrations ou successions de flores, mais l'ouvrage actuel donne des informations positives sur les évolutions de quelques genres ou espèces à travers les temps géologiques. L'histoire des *Abies, Fagus, Vitis* et de quelques espèces de *Smilax, Liriodendron,* etc., accompagnée de figures, est singulièrement instructive. Elle fait toucher aux doigts le transformisme et prouve, ce que la géographie botanique nous avait révélé jadis, que la distribution actuelle des espèces est essentiellement un effet des événements antérieurs.

Quelques mots de plus sur les idées théoriques du livre au sujet de l'évolution des Phanérogames. Comme ces idées résultent d'études spéciales et prolongées il ne faut pas les appeler de simples hypothèses. Elles le sont forcément, sur quelques points, à cause de l'état actuel des connaissances, mais pour l'ensemble elles reposent sur une masse déjà considérable de faits. Les vues de cette nature appartiennent à la catégorie des généralisations, qui est très supérieure à celle des hypothèses.

C'est dans le chapitre VIII, *Coup d'œil d'ensemble sur l'évolution des Phanérogames*, que les auteurs ont exprimé nettement le plus de ces idées générales. La variabilité est une qualité inhérente aux végétaux, mais elle est inégale et intermittente, suivant les organes et suivant l'ancienneté des formes et leur degré de complication. Les circonstances extérieures excitent ou ralentissent le mouvement. Chaque catégorie de végétaux a développé des formes d'abord très diverses, ensuite de moins en moins distinctes, pour arriver, sous l'influence de milieux constants, à un état presque stationnaire. Une fois fixées elles risquent beaucoup de disparaître, si les circonstances extérieures viennent à changer. Les Cycadées et les Conifères, par exemple, sont parvenues à ce point de maturité, comme antérieurement les Cordaïtées. Les Monocotylédones et Dicotylédones ne varient plus que dans des détails secondaires et même la plupart se présentent à nous comme stationnaires. Personne ne contestera que la durée des influences extérieures, jointe à l'hérédité, ne contribue à la fixité des espèces, mais il ne semble pas que les végétaux les plus compliqués soient par cela même les plus stables, comme le pensent nos auteurs. On observe les variations énormes qualifiées de monstruosités dans toutes les familles de Phanérogames, et les horticulteurs ont obtenu des variétés en nombre incalculable dans les plantes compliquées comme les Fuchsia, Begonia, Dahlia, etc., aussi bien que dans les Renonculacées ou les Liliacées qui sont d'une organisation simple.

Quand on aborde ces grands problèmes au moyen de l'observation des faits actuels, physiologiques ou géographiques, il ne semble pas que les résultats soient toujours d'accord avec ceux obtenus par l'étude des êtres succes-

sifs dans les temps géologiques. Mais ce dernier point de vue est le plus sûr. Il indique ce qui s'est passé, non ce qui a pu arriver. En cas de doute la paléontologie devra décider. Sous ce rapport, il est très heureux que les questions soient traitées par de véritables paléontologistes tels que MM. de Saporta et Marion. Il y a trente ans, lorsque Darwin commençait ce genre de recherches, il se défiait de la paléontologie et insistait sur ses lacunes. Aujourd'hui cette science a fait de tels progrès, qu'elle occupe la position dominante. L'ouvrage que nous venons de signaler en est la preuve. Il marque une époque dans les recherches historiques sur les êtres organisés.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

M. NENCKI ET N. SIEBER. MATIÈRE COLORANTE DU SANG. (*Berichte*, XVII, p. 2267, et XVIII, p. 392. Berne.)

Les auteurs préconisent l'emploi d'alcool amylique avec un peu d'acide chlorhydrique pour extraire l'hémine du résidu des globules du sang. Ils ont obtenu ainsi des cristaux d'hémine contenant une molécule d'alcool amylique, qu'ils perdent vers 135°. D'après eux, l'hémine ne serait pas le chlorhydrate de l'hématine, mais différerait de cette matière colorante par Cl en plus et OH en moins. Des sangs de diverses provenances ont donné des hémines dont les analyses correspondent toutes à la formule $C_{32}H_{31}ClN_4FeO_3$; et l'hématine qu'on en retire par dissolution dans les alcalis aurait la composition $C_{32}H_{32}N_4FeO_4$. Ces nouvelles formules, qui se rapprochent beaucoup de celle de la bilirubine $C_{32}H_{36}N_4O_6$, expliqueraient ainsi la relation entre les matières colorantes du sang et celles de la bile.

En traitant par l'alcool de l'hémoglobine du sang de cheval, les auteurs ont obtenu des cristaux rouges insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, qui présentent la même composition centésimale que les cristaux d'hémoglobine; ils donnent à ce corps le nom de *parahémoglobine.* On peut chauffer longtemps ces cristaux avec de l'alcool acidulé sans qu'ils se décomposent; ils résultent probablement d'une transposition moléculaire ou d'une polymérisation de l'hémoglobine.

J. Effront. Deux isobutylortho-amidotoluènes isomériques. (*Berichte*, XVII, p. 2317. Zurich.)

Si l'on chauffe à 290° un mélange de chlorhydrate d'orthotoluidine et d'alcool isobutylique, on obtient un isobutylortho-amidotoluène, bouillant à 243°, qui n'est pas identique avec celui qu'Erhardt avait obtenu en chauffant l'orthotoluidine et l'alcool isobutylique en présence de chlorure de zinc. Les points d'ébullition de ces deux corps sont à peu près les mêmes, mais leurs dérivés présentent plusieurs différences.

En traitant le chlorure diazoïque de ces deux amines par le chlorure stanneux, on obtient un seul et même hydrocarbure, le méta-isobutyltoluène. Comme il ne peut exister que deux ortho-amines de cet hydrocarbure, on doit, en remplaçant dans chacune NH_2 par COOH, puis en oxydant, obtenir avec l'une l'acide hémimellique, avec l'autre l'acide trimellique. Avec la base d'Effront, c'est ce dernier acide que l'on obtient; d'où il résulte que les deux amines doivent avoir la constitution :

```
      CH3                 CH3
     / \NH2              / \NH2
    |   |               |   |
C4H9\ /                  \ /C4H9
```

Base d'Effront. Base d'Erhardt.

M. Philip et A. Calm. Dérivés de la para-oxydiphénylamine. (*Berichte*, XVII, p. 2431. Zurich.)

Les auteurs ont préparé un grand nombre de dérivés de la para-oxydiphénylamine $C_{12}H_{10}N.OH$ (*Archives*, XII, p. 85). On purifie cette base en la distillant dans un courant d'hydrogène; elle passe au-dessus de 340°; on la fait cristalliser dans la benzine. L'éther méthylique de la méthylpara-oxydiphénylamine est une huile bouillant à 313°. La formylpara-oxydiphénylamine, $C_{12}H_{10}N.O(HCO)$, forme des aiguilles fusibles à 178°. La base diacétylée $C_{12}H_9(C_2H_3O)N.O(C_2H_3O)$ fond à 120°; la base dibenzoylée à 175°. Celle-ci donne un dérivé dinitré qui fond à 195°.

F.-O. Blümlein. Acides phtaliques bromés. (*Berichte*, XVII, p. 2485. Zurich).

L'α-naphtol traité par le brome et le bromure d'aluminium donne un dérivé pentabromé fusible à 239°, que l'oxydation avec l'acide azotique transforme en tétrabromonaphtoquinone. Celle-ci fond à 265° et donne à l'oxydation un acide dibromophtalique fusible à 205°, distinct de celui de Gareschi.

L'orthoxylol traité par le brome en présence du bromure d'aluminium donne un dérivé tétrabromé en aiguilles fusibles à 255°, bouillant à 375°. Ce corps donne à l'oxydation avec l'acide azotique en présence de brome un acide tétrabromophtalique, aiguilles fondant à 266°. L'anhydride de cet acide donne par fusion avec la résorcine une fluorescéine qui est, sans aucun doute, isomère de l'éosine.

C. Schall et C. Dralle. Action des halogènes sur le paracrésol sodé. (*Berichte*, XVII, p. 2528. Zurich.)

Les auteurs ont fait réagir les halogènes sur le paracrésol sodé en suspension dans du sulfure de carbone. Le chlore réagit déjà à froid pour donner :

$$C_6H_4(CH_3)ONa + Cl_2 = C_6H_3Cl(CH_3)OH + NaCl.$$

Le monochloroparacrésol bout vers 196° ; il donne avec le perchlorure de phosphore un dichlorotoluol correspondant à l'acide orthodichlorobenzoïque de Beilstein et Kuhlberg, ce qui indique qu'il a la constitution

$$C_6H_3Cl(CH_3)OH, 2, 4, 1.$$

Le brome donne un monobromoparacrésol bouillant vers 214°, et un dibromoparacrésol fusible à 91°. Le mono-iodocrésol bout vers 238° et donne par fusion potassique l'acide protocatéchique (2, 4, 1).

F.-O. BLÜMLEIN. ACTION DE LA BROMACÉTOPHÉNONE SUR LES AMIDES. (*Berichte*, XVII, p. 2578. Zurich.)

En fondant l'acétamide avec la bromacétophénone à 120-130°, on obtient du bromure d'ammonium et une base cristallisant en aiguilles fusibles à 45°, distillables à 242°. La densité de vapeur correspond à celle d'un acétylisoindol.

$$\begin{array}{l} C_6H_5C:CH \\ \quad\quad \vee \\ \quad\quad N.CO.CH_3. \end{array}$$

Cependant, les combustions donnent un peu trop de carbone. La formamide et la benzamide fournissent également des bases dont la composition n'a pu encore être établie avec certitude.

M. NENCKI. L'ALBUMINE DU BACILLE CHARBONNEUX. (*Berichte*, XVII, p. 2605. Berne.)

Après avoir établi la composition chimique des bactéries de la putréfaction (*Archives*, III, 188) et trouvé qu'elles sont presque entièrement formées d'une substance albuminoïde qu'il appelle *mycoprotéine*, Nencki a étudié les bacilles du charbon. Cultivés sur le terrain gélatineux de Koch, ils ont donné des spores qui ne contiennent que des traces de mycoprotéine, mais sont constitués par une albumine particulière également dépourvue de soufre, mais en différant soit par sa teneur en carbone et hydrogène, soit par sa complète insolubilité dans les acides acétique et chlorhydrique étendus. Nencki l'appelle *anthracoprotéine*. Cette découverte montre, d'une part, que le soufre n'est pas indispensable à l'albumine protoplasmique, d'autre part, que les diverses espèces de schizomycètes, morphologiquement si semblables, mais si différents au point de vue physiologique et pathogénique, présentent aussi des différences dans leur composition chimique.

L'auteur s'est demandé en quoi consiste l'action des bacilles du charbon sur l'organisme: en injectant de l'anthraco-

protéine dans le sang des lapins, il n'a remarqué aucune action nuisible. On a prétendu d'autre part que ces bacilles, qui sont aérobies, font une consommation considérable d'oxygène, mais le fait suivant ne semble pas conforme à cette hypothèse : Nencki a introduit de la benzine dans l'organisme de lapins sains et charbonneux, et a constaté que la quantité de phénol produite n'est pas moindre chez ces derniers que chez les autres.

M.-C. Traub et C. Hock. Un tournesol artificiel (*Berichte*, XVII, p. 2615. Berne.)

En chauffant vers 120° la résorcine avec un peu d'azotite de sodium et d'eau, les auteurs ont observé un dégagement d'ammoniaque, et la formation d'une matière colorante rouge, soluble en bleu dans les alcalis. Ils lui donnent le nom de *lacmoïde* et le recommandent comme indicateur. Le spectre d'absorption de cette substance se rapproche beaucoup de celui du tournesol naturel. La réduction ressemble aussi à celle du tournesol.

M.-C. Traub et C. Schærges. Sur la quinoléine du goudron de houille. (*Berichte*, XVII, p. 2618. Berne.)

Traub a montré que la quinoléine provenant de cinchonine donne, avec l'anhydride phtalique, de la *quinophtalone*, qui est, d'après Jacobsen et Reimer, un dérivé de la quinaldine, comme cette réaction, que ne donne pas la quinoléine chimiquement pure, se retrouve dans des quinoléines de diverses provenances, les auteurs ont cherché d'autres réactions caractéristiques qui puissent servir à reconnaître l'origine de ces différents produits. La fraction de la quinoléine du goudron qui passe à 235° est colorée en rouge lorsqu'on la chauffe avec l'anhydride phosphorique, et en étendant d'eau, on obtient une belle fluorescence verte. Or, ni la quinoléine artificielle, ni la quinaldine, ne donnent cette réaction ; il faut donc l'attribuer à la présence d'un troisième corps.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JUILLET 1885

Le 1er, On distingue à travers les nuages la couronne cuivrée autour du soleil.
2, éclairs à l'E. et au SSE. depuis 9 h. 15 m. du soir.
3, tonnerre au NNO. à 11 h. 55 m. du matin.
4, éclairs au S. depuis 9 h. 20 m. du soir ; éclairs et tonnerres à l'E. à 9 h. 50 m.
5, éclairs et tonnerres à l'O. depuis 11 h. 38 m. du matin à midi et demie.
7, forte bise de 10 h. du matin à 2 h. du soir.
8, forte rosée le matin.
9, éclairs à l'E. depuis 9 h. du soir.
10, tonnerres à l'O. à 5 h. 16 m. du soir.
11, éclairs à l'ESE., puis au NE. et au N. depuis 9 h. 25 m. du soir.
12, éclairs à l'ENE. depuis 10 h. du soir.
13, éclairs et tonnerres au SE., puis au S. et au SO. de 2 h. 27 m. à 5 h. $^1/_2$ du soir ; nouvel orage au SO. de 7 h. $^1/_2$ à 9 h. $^1/_2$ du soir.
14, à 3 h. $^1/_4$ du soir tonnerres au SE ; nouveaux tonnerres à 4 h. 25 m.
17, depuis 10 h. du soir des éclairs vifs se succèdent très rapidement au SSE.
23, couronne lunaire à 9 du soir.
25, forte bise de midi à 8 h. du soir.
26, forte bise depuis 10 h. du matin.
27, forte bise à 4 du soir.
28, forte bise à 9 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 11 h. soir	732,38	Le 5 à 10 h. matin	729,65
6 à 10 h. soir	732,36	13 à 4 h. soir	725,95
15 à 11 h. matin	731,29	18 à 6 h. soir	725,69
22 à 9 h. matin	732,72	24 à 3 h. soir	726,92
26 à 7 h. matin	731,45	31 à 7 h. soir	724,01

GENÈVE. — JUILLET 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	725,51	— 1,85	723,96	728,64	+17,17	— 1,05	+12,9	+22,9	820	+131	610	990	2,0	2	S. 1	0,78	+19,5	+ 2,6	166,2
2	729,05	+ 1,66	728,63	730,28	+18,66	+ 0,38	+12,2	+25,5	747	+ 59	490	970	...	...	variable	0,33	19,9	+ 2,9	168,5
3	730,58	+ 3,17	729,44	731,96	+19,29	+ 0,95	+12,3	+24,7	719	+ 32	530	880	0,1	...	N. 1	0,73	19,9	+ 2,8	169,0
4	731,06	+ 3,62	729,73	732,38	+21,62	+ 3,22	+16,5	+26,4	672	— 14	450	890	3,8	1	SSO. 1	0,50	20,2	+ 3,0	167,5
5	730,76	+ 3,30	729,65	732,04	+17,58	— 0,87	+14,3	+22,8	845	+160	650	970	8,0	5	SSE. 1	1,00	...	.....	169,0
6	731,56	+ 4,07	731,13	732,36	+16,95	— 1,55	+13,3	+20,2	781	+ 96	590	990	...	...	N. 1	0,93	16,5	— 0,8	172,0
7	731,19	+ 3,68	730,40	732,29	+18,29	— 0,25	+12,2	+22,6	741	+ 57	550	960	...	...	N. 1	0,13	16,7	— 0,7	174,0
8	730,32	+ 2,78	729,42	731,26	+19,06	+ 0,47	+12,5	+25,0	704	+ 21	460	1000	...	...	NNE. 1	0,08	18,5	+ 1,0	174,0
9	729,71	+ 2,15	728,44	730,80	+20,71	+ 2,08	+12,2	+27,2	649	— 33	360	840	...	...	N. 1	0,07	19,2	+ 1,6	174,0
10	728,45	+ 0,87	727,39	729,19	+21,35	+ 2,68	+13,5	+27,3	644	— 38	410	810	...	...	N. 1	0,25	19,9	+ 2,3	175,7
11	728,53	+ 0,93	727,36	729,32	+21,61	+ 2,91	+14,5	+28,2	656	— 25	430	910	...	...	variable	0,35	21,6	+ 3,9	175,0
12	727,87	+ 0,24	726,27	728,90	+21,92	+ 3,19	+14,3	+28,5	629	— 51	430	850	...	...	SSE 1	0,18	...	.....	176,0
13	727,17	— 0,48	725,95	728,54	+21,63	+ 2,87	+15,6	+29,9	699	+ 19	470	840	0,1	...	variable	0,95	22,0	+ 4,1	177,5
14	728,81	+ 1,14	727,73	730,35	+18,99	+ 0,20	+15,0	+24,4	802	+123	600	940	5,3	6	variable	0,96	20,1	+ 2,2	177,5
15	730,66	+ 2,97	730,01	731,29	+20,02	+ 1,21	+16,2	+23,8	780	+101	600	1000	...	...	NNE. 1	0,45	20,4	+ 2,4	182,5
16	729,13	+ 1,42	727,54	730,74	+19,70	+ 0,87	+12,5	+27,4	655	— 23	450	900	...	...	NO. 1	0,58	21,0	+ 3,0	186,5
17	727,84	+ 0,11	726,33	728,91	+19,66	+ 0,81	+10,7	+26,7	650	— 28	370	890	...	...	N. 1	0,22	21,3	+ 3,2	187,5
18	726,55	— 1,19	725,69	727,33	+20,23	+ 1,36	+13,0	+26,2	719	+ 41	560	940	0,1	...	variable	0,77	21,4	+ 3,2	187,5
19	727,26	— 0,50	726,49	728,28	+20,74	+ 1,86	+17,0	+24,1	764	+ 86	610	950	0,6	1	NNE. 1	0,72	...	.....	189,0
20	729,37	+ 1,59	728,25	730,80	+21,29	+ 2,40	+14,2	+27,2	731	+ 54	520	940	...	...	NE. 1	0,10	21,4	+ 3,4	191,5
21	731,66	+ 3,87	730,61	732,41	+22,13	+ 3,24	+14,3	+28,2	656	— 21	470	890	...	...	NNE. 1	0,05	21,7	+ 3,4	192,5
22	731,63	+ 3,82	730,52	732,72	+21,42	+ 2,52	+17,2	+25,1	702	+ 25	620	800	...	...	N. 1	0,22	22,7	+ 4,3	195,0
23	729,06	+ 1,24	727,24	730,54	+20,93	+ 2,03	+16,0	+25,7	652	— 25	560	770	...	...	NNE. 1	0,48	22,5	+ 4,1	196,5
24	728,00	+ 0,16	726,92	728,69	+21,00	+ 2,11	+15,7	+26,4	648	— 30	530	740	...	...	NNE. 1	0,30	22,3	+ 3,9	198,0
25	729,64	+ 1,79	728,57	730,80	+20,72	+ 1,83	+15,8	+25,8	669	— 9	490	810	...	...	NNE. 2	0,00	22,2	+ 3,7	199,8
26	730,26	+ 2,40	729,17	731,45	+20,78	+ 1,90	+14,3	+26,0	544	—134	400	670	...	...	NNE. 2	0,42	...	.....	199,0
27	728,90	+ 1,03	727,62	729,85	+21,06	+ 2,19	+15,0	+26,0	589	— 89	490	760	...	...	N. 1	0,00	21,4	+ 2,8	199,5
28	727,63	— 0,26	726,12	728,89	+21,49	+ 2,64	+15,9	+26,7	616	— 63	490	730	...	...	NNE. 1	0,00	21,4	+ 2,8	200,0
29	727,13	— 0,77	725,98	727,91	+20,64	+ 1,80	+15,0	+25,4	585	— 94	430	670	...	...	NNE. 1	0,00	21,7	+ 3,4	201,5
30	726,85	— 1,06	725,37	727,86	+20,36	+ 1,54	+13,2	+26,6	615	— 65	440	780	...	...	N. 1	0,00	21,8	+ 3,4	201,7
31	725,58	— 2,34	724,01	726,76	+20,82	+ 2,03	+15,6	+26,3	620	— 61	490	790	...	...	N. 1	0,05	22,2	+ 3,5	202,2

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	729,86	729,76	730,02	729,95	729,73	729,39	729,59	730,24
2e »	728,43	728,39	728,79	728,74	728,14	727,60	727,78	728,69
3e »	729,08	729,19	729,70	729,43	728,60	727,86	727,75	728,46
Mois	729,12	729,12	729,51	729,37	728,82	728,27	728,35	729,11
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+15,42	+14,13	+17,40	+20,46	+22,49	+23,49	+20,98	+18,16
2e »	+16,37	+14,94	+18,76	+22,02	+24,99	+24,98	+23,13	+19,44
3e »	+17,86	+16,00	+18,72	+21,47	+24,37	+25,84	+23,60	+20,39
Mois	+16,59	+15,06	+18,31	+21,32	+23,96	+24,80	+22,62	+19,36
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	897	892	821	655	574	542	678	799
2e »	861	862	791	648	533	570	641	762
3e »	684	747	668	601	545	523	605	644
Mois	810	831	757	634	550	544	640	732

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+13,19	+ 24,46	+ 18,92	0,48	13,9	170,99
2e »	+14,30	+ 26,64	+ 21,15	0,53	6,1	183,05
3e »	+15,27	+ 26,20	+ 21,99	0,14	—	198,70
Mois	+14,29	+ 25,78	+ 20,72	0,37	20,0	178,30

Dans ce mois l'air a été calme 2,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 3,97 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 20°,5 E. et son intensité est égale à 51,4 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1885.

Le 1er, assez forte bise jusqu'à 4 h. du soir ; brouillard jusqu'à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
3, fort vent depuis 1 h. du soir.
4, fort vent jusqu'à 1 h. du soir, puis forte bise; brouillard le matin.
5, forte bise tout le jour; brouillard à 10 h. du matin et depuis 7 h du soir.
6, forte bise tout le jour ; brouillard jusqu'à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
7, brouillard et forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
8, brouillard depuis 7 h. du soir.
9, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
14, fort vent depuis 1 h. du soir.
15, forte bise jusqu'à 7 h. du matin ; brouillard depuis 10 h. du matin.
16, brouillard depuis 7 h. du soir.
18, brouillard à 10 h. du soir.
19 et 21, brouillard depuis 7 h. du soir.
23, brouillard à 7 h. du soir.
27, forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
28, brouillard de 4 à 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 11 h. soir	573,01	Le 6 à 4 h. matin	568,70
8 à 10 h. soir	571,64	13 à 5 h. soir	569,10
15 à 11 h. soir	571,04	19 à 4 h. matin	567,80
21 à 11 h. soir	573,96	24 à 10 h. matin	569,40
26 à minuit	571,20	29 à 4 h. matin	568,60
31 à 8 h. soir	569,70		

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1885.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.	
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	565,34	— 2,53	563,70	567,65	+ 2,86	— 2,54	+ 0,4	+ 5,0	.....	1,0	....	NE. 2	0,98
2	568,94	+ 1,01	567,55	570,70	+ 6,26	+ 0,80	+ 1,2	+ 9,9	.....	.....	....	NE. 1	0,38
3	571,98	+ 4,00	570,90	573,01	+ 8,13	+ 2,61	+ 4,8	+12,3	.....	1,2	....	SO. 2	0,52
4	572,10	+ 4,07	570,90	573,00	+ 7,88	+ 2,30	+ 6,3	+11,2	.....	.....	....	variable	0,58
5	570,24	+ 2,16	569,00	572,96	+ 3,08	— 2,56	+ 1,6	+ 7,1	.....	3,2	....	NE. 2	0,95
6	569,23	+ 1,10	568,70	569,80	+ 1,25	— 4,45	+ 1,0	+ 2,9	.....	.....	....	NE. 2	0,98
7	570,18	+ 2,00	569,40	570,81	+ 4,01	— 1,74	+ 2,0	+ 6,7	.....	.....	....	NE. 1	0,32
8	570,86	+ 2,63	570,00	571,64	+ 7,15	+ 1,35	+ 2,0	+10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,42
9	571,02	+ 2,75	570,89	571,40	+ 8,13	+ 2,28	+ 5,1	+11,5	.....	.....	....	NE. 2	0,25
10	570,77	+ 2,46	570,52	571,36	+ 9,43	+ 3,53	+ 6,5	+12,8	.....	.....	....	SO. 1	0,63
11	570,75	+ 2,40	570,42	571,19	+ 7,98	+ 2,03	+ 5,9	+11,2	.....	1,4	....	NE. 1	0,52
12	570,43	+ 2,04	570,12	571,05	+ 9,31	+ 3,32	+ 5,2	+12,1	.....	.....	....	NE. 1	0,37
13	569,93	+ 1,50	569,10	570,66	+ 9,91	+ 3,88	+ 6,0	+13,5	.....	7,4	....	variable	0,72
14	569,79	+ 1,32	569,12	570,14	+ 7,41	+ 1,34	+ 6,0	+11,0	.....	16,0	....	SO. 2	0,93
15	570,53	+ 2,02	569,70	571,04	+ 5,50	— 0,61	+ 4,8	+ 7,7	.....	2,5	....	NE. 1	1,00
16	569,91	+ 1,36	569,26	571,00	+ 7,95	+ 1,81	+ 6,0	+11,9	.....	.....	....	NE. 1	0,52
17	569,13	+ 0,55	568,81	569,37	+ 7,91	+ 1,74	+ 4,5	+10,8	.....	9,5	....	NE. 1	0,18
18	568,46	— 0,15	568,08	568,90	+ 7,91	+ 1,71	+ 6,1	+11,5	.....	20,0	....	variable	0,82
19	568,63	— 0,01	567,80	569,74	+ 6,53	+ 0,30	+ 5,5	+ 9,7	.....	.....	....	variable	0,93
20	570,89	+ 2,22	569,70	572,52	+ 7,11	+ 0,85	+ 4,0	+ 9,9	.....	.....	....	NE. 1	0,55
21	573,12	+ 4,42	572,15	573,96	+ 8,95	+ 2,66	+ 6,4	+12,3	.....	.....	....	NE. 1	0,57
22	572,92	+ 4,19	572,38	573,92	+10,85	+ 4,54	+ 7,2	+14,1	.....	.....	....	NE. 1	0,27
23	570,62	+ 1,87	569,90	572,18	+ 9,86	+ 3,53	+ 8,2	+13,2	.....	.....	....	variable	0,67
24	569,75	+ 0,98	569,40	570,41	+ 8,85	+ 2,50	+ 6,5	+11,7	.....	.....	....	NE. 1	0,15
25	570,11	+ 1,32	569,55	571,10	+ 7,76	+ 1,39	+ 5,7	+11,0	.....	.....	....	NE. 1	0,12
26	570,70	+ 1,89	570,51	571,20	+ 7,00	+ 0,62	+ 4,6	+10,1	.....	.....	....	NE. 1	0,08
27	570,57	+ 1,74	570,24	570,95	+ 9,78	+ 3,39	+ 5,6	+13,0	.....	.....	....	NE. 2	0,07
28	569,79	+ 0,95	569,20	570,90	+10,16	+ 3,76	+ 8,8	+13,5	.....	.....	....	NE. 1	0,38
29	569,09	+ 0,24	568,60	569,50	+ 9,56	+ 3,15	+ 7,2	+13,3	.....	.....	....	NE. 1	0,10
30	569,34	+ 0,48	569,02	569,66	+10,06	+ 3,65	+ 8,4	+13,2	.....	.....	....	NE. 1	0,17
31	569,18	+ 0,31	568,95	569,70	+10,11	+ 3,70	+ 6,5	+13,1	.....	.....	....	NE. 1	0,22

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JUILLET 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	569,98	569,61	569,59	569,86	570,04	570,18	570,47	570,79
2e » ...	569,92	569,51	569,71	569,90	569,71	569,83	569,99	570,18
3e » ...	570,81	570,34	570,40	570,43	570,30	570,39	570,49	570,62
Mois	570,25	569,84	569,92	570,08	570,03	570,14	570,32	570,54

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 4,07	+ 7,77	+ 8,62	+ 7,61	+ 5,82	+ 5,04
2e » ...	+ 6,04	+10,02	+10,57	+ 9,69	+ 7,50	+ 6,72
3e » ...	+ 7,20	+11,55	+12,33	+11,49	+ 9,11	+ 8,49
Mois	+ 5,82	+ 9,84	+10,56	+ 9,66	+ 7,53	+ 6,81

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 3,09	+ 8,98	0,60	5,4	—
2e » ...	+ 5,40	+10,93	0,65	56,8	—
3e » ...	+ 6,83	+12,59	0,25	—	—
Mois	+ 5,16	+10,89	0,50	62,2	—

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 4,49 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 76,9 sur 100.

Les observations météorologiques de Martigny manquent pendant le mois de juillet.

LA VALEUR ABSOLUE

DU

COEFFICIENT DE FROTTEMENT DE L'AIR

PAR

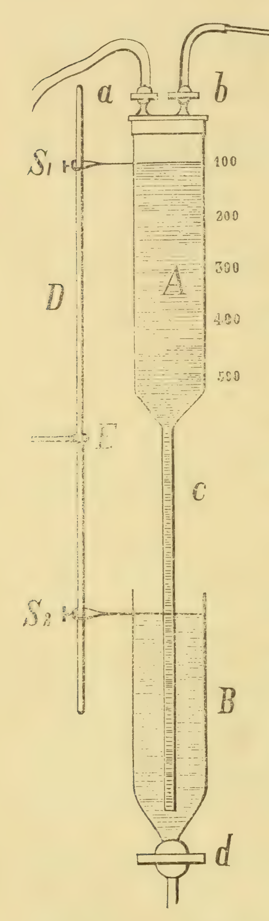
M. H. SCHNEEBELI

Professeur à Zurich.

J'ai fait construire dans l'atelier de notre institut de physique un appareil simple pour la détermination du coefficient de frottement de l'air par la méthode de transpiration à travers des tubes capillaires, destiné pour les exercices pratiques de mes élèves. Les résultats des expériences préliminaires avec cet appareil donnaient une concordance tellement remarquable pour un même tube que j'entrepris une série de déterminations suivies du coefficient de frottement de l'air, valeur assez différente suivant différents observateurs (μ_0=0,000167—0,000177).

La disposition que j'ai adoptée est représentée dans la figure 1. Le cylindre gradué A est rétréci en bas pour pouvoir se relier moyennant un tuyau en caoutchouc à un tube en verre C, qu'on choisit d'une longueur plus ou moins considérable, suivant la différence de pression

qu'on veut atteindre aux extrémités du tube capillaire. Dans nos expériences, elle variait dans les limites $0^m,5-1^m,3$. Le tube C plonge dans un second cylindre



B muni à sa partie inférieure d'un robinet *d*. La partie supérieure du cylindre A est fermée hermétiquement par un fond métallique muni de deux robinets, dont l'un (*a*) sert à aspirer de l'eau dans le A moyennant une pompe, ou pour des hauteurs moins considérables avec la bouche, et l'autre (*b*) communique avec le tube capillaire. A côté des deux cylindres se trouve une tige D sur laquelle sont fixés deux index en forme de pointes. La tige peut glisser dans un support E.

Les observations consistent en ce qui suit :

Les deux cylindres étant remplis avec de l'eau, on ferme le robinet (*a*) et l'on ouvre le robinet (*b*). L'air entre par le tube capillaire dans le cylindre A et le niveau de l'eau baisse dans celui-ci ; on ouvre maintenant partiellement le robinet (*d*) de sorte que le niveau de l'eau en B baisse de la même manière que celui en A. La différence des deux niveaux est vérifiée par les deux index ;

on fait descendre la tige D graduellement de sorte que l'index S_1 coïncide avec le niveau supérieur et l'on règle le robinet (*d*) pour faire affleurer le niveau de l'eau en B avec le second index (S_2).

On arrive facilement à régler l'écoulement de manière à conserver une colonne d'eau aspirante d'une hauteur constante. On marque pendant la descente du niveau en A les moments où celui-ci passe les traits des volumes 100, 200, 300, 400, etc.

Il va sans dire que le cylindre A avait été gradué par des pesées exactes et que l'air avant d'entrer dans le tube capillaire passait dans des vases remplis de chlorure de calcium. Parmi un très grand nombre de tubes capillaires, qu'on avait gradués, on ne put en utiliser qu'un seul en entier et trois partiellement. Le troisième fut cassé lors d'une expérience dans un mélange réfrigérant ; les deux parties figurent dans le tableau suivant sous III_a et III_b.

Voici les dimensions des tubes employés :

	Longueur :	Rayon :
N° I.	100,13 cm.	0,0290 cm.
N° II.	38,95	0,01236
N° III,	85,06	0,01625
N° III_a.	24,95	0,01625
N° III_b.	60,11	0,01625
N° IV.	43,61	0,01090

Les résultats des expériences furent calculés d'après la formule :

$$\mu = \frac{\Delta g \Pi (h_1^2 - h_2^2) R^4 z}{16 l V h'_2} \cdot \frac{T}{T_1}$$

où signifient :

Δ = Densité du mercure.
g = Accélération de la pesanteur.
h_1 et h_2 = Les pressions aux extrémités du tube capillaire exprimées par une colonne de mercure.
R = Le rayon du tube capillaire.
z = Le temps pendant lequel un volume V d'air entre dans le cylindre A.
l = La longueur du tube capillaire.
$h^1{}_2 = h_2$ moins la tension des vapeurs d'eau en A.
T et T_1 = Les températures absolues du tube capillaire et du réservoir A.

Je ne donne que le résultat final pour chaque tube réduit à la température de zéro degré moyennant la relation :

$$\mu_0 = \frac{\mu}{1 + 0{,}0027t}.$$

La valeur provenant du tube N° 1 est trop grande ; son rayon est grand et par cette raison le passage de l'air est probablement influencé par des mouvements secondaires.

On a obtenu pour le tube :

N° II. $\mu_0 = 0{,}0001712$.
N° III. $\mu_0 = 0{,}0001690$.
N° III_a. $\mu_0 = 0{,}0001698$.
N° III_b. $\mu_0 = 0{,}0001703$.
N° IV. $\mu_0 = 0{,}0001734$.

La moyenne générale est :

$$\mu_0 = 0,0001707$$

v. Obermayer a fait, il y a quelques années [1], des déterminations de ce genre avec une méthode semblable. Il obtient pour le coefficient de frottement de l'air :

1° La différence de pression aux extrémités du tube capillaire étant variable

$$\mu_0 = 0,0001706.$$

2° La différence de pression aux extrémités du tube étant constante

$$\mu_0 = 0,0001675.$$

Les résultats obtenus dans les deux cas ne coïncident pas comme on devrait s'y attendre en examinant les valeurs dans les différentes séries d'observations qui sont d'une concordance frappante. Cette différence s'explique, ce me semble, comme suit : v. Obermayer admet que dans le second cas la pression sous laquelle se trouve l'air à la sortie du tube capillaire est égale à la pression atmosphérique moins la colonne d'eau qui aspire. Or cette quantité signifie la pression totale à cette extrémité du tube ; pour avoir la pression de l'air elle doit être diminuée encore de la tension des vapeurs d'eau qui se trouvent dans le ballon, dans lequel l'écoulement a lieu ; car dans l'arrangement de Obermayer comme pour le mien ce volume est saturé de vapeur d'eau. Le coefficient de

[1] Carl, *Repertorium für phys. Technik*, Bd. XII et Bd. XIII.

frottement qui résulterait de ses expériences dans le second cas serait en moyenne 1,7 % plus grand que la valeur que Obermayer en déduit, à savoir égale à :

$$\mu_0 = 0,0001704.$$

LA

FORMULE DES SEICHES

PAR

M. le Dr F.-A. FOREL
Professeur à l'Académie de Lausanne.

(DEUXIÈME MÉMOIRE)

VI. *Les seiches du lac George* (Nouvelles-Galles du Sud).

Dans l'étude que j'ai publiée en 1876[1] j'ai déduit la formule des seiches d'une équation de Rodolphe Mérian de Bâle. Partant des équations différentielles de la mécanique analytique de Lagrange, qui expriment d'une part la pression exercée de différents côtés sur un des éléments d'un liquide contenu dans un vase, et d'une autre part de la vitesse de cet élément suivant trois axes à angle droit, Mérian était arrivé à une équation :

$$t = \sqrt{\frac{\pi l}{g}\left(\frac{e^{\pi\frac{h}{l}} + e^{-\pi\frac{h}{l}}}{e^{\pi\frac{h}{l}} - e^{-\pi\frac{h}{l}}}\right)^{\frac{1}{2}}}$$

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1876, tome LVII, p. 278 sq.

qui exprime la durée t de l'oscillation simple de l'eau en fonction de la longueur l et de la profondeur h du bassin.

Par différentes transformations et simplifications j'en avais déduit la formule des seiches :

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

qui donne t, la durée en secondes de temps de la demi-oscillation d'une seiche uninodale, en fonction de l, la longueur, et h, la profondeur moyenne de la section du lac suivant laquelle les seiches oscillent, l et h étant comptées en mètres.

J'avais immédiatement appliqué cette formule aux exemples que j'avais à ma disposition, aux seiches longitudinales des lacs de Neuchâtel, de Brienz, de Thoune, de Wallenstadt, aux seiches transversales du lac Léman, et plus tard[1] aux seiches longitudinales du Léman ; j'avais montré que cette formule s'applique parfaitement aux données de l'expérience, et représente la durée de l'oscillation du lac en fonction de la longueur et de la profondeur du bassin.

Mais tous ces lacs étaient des bassins relativement profonds et je n'avais pas eu l'occasion de vérifier ma formule dans le cas de lacs peu profonds où l'influence ralentissante des frottements sur le fond serait exagérée à l'extrême. Je suis heureux de trouver cette vérification dans une observation qui nous arrive d'un continent situé aux antipodes du nôtre.

Dans son discours d'ouverture[2] de la session annuelle

[1] Essai monographique sur les seiches du Léman, *Archives*, 1877, LIX, 66.

[2] *Nature*, XXXII, p. 234. London 1885.

de la Société royale des Nouvelles-Galles du Sud, le président, M. H.-C. Russell a fait un rapport sur des travaux très intéressants entrepris pour étudier la constance du niveau de l'océan le long du continent de l'Australie. A cet effet divers marégraphes ont été installés sur les côtes. Engagé dans cette étude, M. Russell fit établir un appareil analogue, un limnographe enregistreur, sur le lac George, lac de montagnes situé dans l'intérieur des terres, derrière le Gourock-Range, dans la province de Murray. Long. E. 149° 25′. Lat. S. 35° 7′. Altitude 600 mètres. Les dimensions du lac sont : longueur 18 milles anglais (28,962 m.), largeur 5 milles (8045 m.), profondeur 15 à 20 pieds (4.57 à 6.10 m.).

Le limnographe fut prêt à fonctionner le 18 février 1885, et aussitôt le crayon de l'enregistreur commença à dessiner des oscillations rythmiques qui intéressèrent au plus haut degré les observateurs. Ceux-ci constatèrent bientôt tous les détails d'allures que nous avons étudiés dans les seiches du Léman (constance de la durée, variabilité de l'amplitude, au maximum 13 cm., relations avec les orages[1], distinction entre les seiches uninodales et binodales[2], etc.). Je n'analyse pas ici cette partie du rapport, qui répéterait des faits depuis longtemps établis par l'étude de notre lac.

Mais ce que j'y ai trouvé de grandement intéressant, c'est ce qui se rapporte à la durée des seiches. De la mesure de 33 seiches bien régulières, M. Russell conclut à une durée de 131 minutes pour l'oscillation entière des seiches

[1] F.-A. Forel, Les causes des seiches. *Archives*, 1880, LXIII, 113, 189.

[2] F.-A. Forel et J.-L. Soret, Les seiches dicrotes. *Archives*, 1880, III, 1.

du lac George. Or cette durée est énorme ; elle atteint presque le double de ce que nous avons dans le Léman, où la grande seiche uninodale a une durée de 73 minutes, quoique notre lac soit de plus du double de la longueur du lac George ; le Léman a suivant son axe 73.2 km. de longueur, le lac George seulement 29 km.

La très faible profondeur du lac George suffira-t-elle à expliquer un ralentissement aussi considérable du mouvement des seiches ? Appliquons notre formule :

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

d'où

$$h = \frac{l^2}{\sqrt{gt^2}}$$

l = 28,962 m.

t, la durée d'une demi-oscillation de seiche = 3930″, donc h = 5.536 m., soit 18.1 pieds anglais.

M. Russell nous dit que la profondeur du lac George est de 15 à 20 pieds. Le calcul des seiches me donne 18 pieds ; la vérification est aussi brillante que nous pouvions le désirer.

Nous pouvons tirer de là une excellente démonstration en faveur de la justesse de ma formule des seiches, laquelle est ainsi vérifiée dans un cas de variation à l'extrême de l'un des facteurs, celui de la profondeur. Je suis heureux d'ajouter que c'est aussi une justification éclatante de la formule du professeur R. Merian ; que cela soit constaté à la mémoire d'un nom à tant de titres vénéré dans tous les cercles scientifiques de la Suisse.

Si l'on se reporte à mon premier mémoire sur ce sujet,

l'on y verra que la formule que j'emploie ici est une simplification de la formule de Merian, conseillée par sir William Thomson, comme étant applicable dans le cas où la valeur $\frac{h}{l}$ est une fraction très petite. La différence entre la formule entière et la formule simplifiée est en effet très faible. J'en ai fait le calcul pour le cas des seiches du lac George et j'ai trouvé :

avec la formule complète de Merian. . . . . $h = 5.531$ m.
avec la formule simplifiée d'apr. Thomson $h = 5.536$ m.

La différence de 5 mm. est insignifiante.

Je puis donc encore ici proclamer la légitimité de la formule des seiches :

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

VII. *Les seiches longitudinales du lac Léman.*

Dans mes premiers travaux sur les seiches du Léman, j'ai été induit en erreur sur un point assez important; je me suis corrigé implicitement dans quelques mémoires ultérieurs et dans plusieurs exposés verbaux ; mais je dois profiter de l'occasion qui me ramène aujourd'hui à la question de la formule des seiches pour développer plus explicitement la manière dont il faut concevoir les seiches longitudinales du lac Léman.

Dans mon Essai monographique sur les seiches du lac Léman, publié en 1877[1], je résumai les diverses observations jusqu'alors connues en admettant deux types de

[1] *Archives*, 1877, LIX, 66.

seiches longitudinales, des seiches de 73 minutes et des seiches de 35 minutes de durée, la durée de la seiche étant le temps compris entre deux maximums de l'eau dans la station où se fait l'observation, entre deux sommets d'ondulations sur les tracés des appareils enregistreurs.

Pour les seiches de 73 minutes que je retrouvais en mouvements synchrones et opposés aux deux extrémités du lac, à Chillon et à Genève, je n'hésitai pas à en faire des seiches uninodales avec un nœud, peu à l'occident de Morges, et deux ventres, l'un à chaque extrémité du lac.

Pour les seiches de 35 minutes, j'avais d'abord pensé à en faire des seiches binodales. Mais le fait que je ne les trouvais pas dessinées sur les tracés de Morges, station située près du milieu de la longueur du lac et où j'avais pensé trouver un ventre médian d'oscillation, m'avait engagé à écarter cette supposition, et je m'étais rangé à l'idée que c'étaient plutôt des seiches uninodales spéciales au Grand-lac, oscillant de Villeneuve à la barre de Promenthoux-Yvoire, et présentant un nœud près de Morges. C'est cette dernière interprétation que je sais actuellement être erronée, et que je demande à rayer définitivement de la discussion, en précisant mieux la signification de ces seiches de 35 minutes.

En effet, depuis cette époque, les documents sur l'étude des seiches se sont multipliés. Je citerai entre autres :

1° Les tracés que M. Ph. Plantamour a obtenus avec son beau limnographe établi à Sécheron, près Genève, et qui a fonctionné sans interruption depuis le 18 juin 1877 jusqu'à aujourd'hui. M. Plantamour a eu l'obligeance de

me communiquer ses tracés, et il en a publié un certain nombre d'exemples qui ont bien fait connaître les seiches de Genève[1].

2° M. Ed. Sarasin a construit en 1879 un excellent limnimètre enregistreur transportable [2] qu'il a mis en observation dans différentes stations du lac :

A Chillon, octobre-décembre 1881.

A la Tour-de-Peilz, près Vevey, septembre-octobre 1879.

A Fleur-d'Eau, près Rolle, novembre-décembre 1880.

A Bellevue, 6 kil. au nord de Genève, juin-juillet 1880.

Au Rivage, 2 kil. au nord de Genève, mars-mai 1880.

A la machine hydraulique de Genève, décembre 1879-février 1880 et à diverses époques dans la suite.

M. Sarasin a bien voulu me communiquer ses tracés et je vais en utiliser les résultats.

3° J'ai moi-même fait construire en 1878 un limnographe portatif, à l'aide duquel j'ai été étudier les seiches à Villeneuve, Chillon, Anthy près Thonon, et Rolle, en 1878 et 1879.

4° Mon limnimètre enregistreur de Morges, construit en 1876, a continué à fonctionner jusqu'en 1884, époque où son canal d'alimentation a été obstrué par les remblais d'un quai qui a définitivement séparé du lac le jardin où je faisais mes observations.

Ces documents nous ont donné une connaissance beaucoup plus complète des seiches du Léman. Je les décrirai dans leurs grands traits, sans m'occuper ici des oscillations irrégulières, des types exceptionnels ou anormaux, dont la signification n'est pas encore bien claire;

[1] *Archives*, 1877, LX, 511; 1878, LXIV, 318; 1879, I, 335.

[2] *Archives*, 1879, II, 724.

la description de ces seiches anormales doit être réservée à la discussion complète des tracés de MM. Plantamour et Sarasin, discussion que ces physiciens nous donneront, je l'espère, sans trop tarder.

Les seiches longitudinales du lac présentent trois types bien caractérisés :

Les *seiches uninodales.*
Les *seiches binodales.*
Les *seiches dicrotes.*

1° Les seiches longitudinales de premier ordre, ou seiches *uninodales,* ont une durée de 73 minutes.

Dans la formule des seiches $t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$, elles répondent aux valeurs suivantes :

t = durée d'une demi-seiche $\frac{73}{2}$ minutes = 2190 secondes.

l longueur du lac = 73,2 kilomètres.

h profondeur moyenne du lac = 114 mètres.

Les seiches uninodales ont leur premier ventre d'oscillation à Genève, et elles sont fort bien marquées sur les tracés de Sécheron, du Rivage et de Bellevue.

Elles n'ont jamais paru sur les tracés de Fleur-d'Eau, de Rolle et d'Anthy, station située en Savoie, vis-à-vis de Rolle; je place donc leur nœud près de Rolle.

Elles sont évidentes de Morges à Villeneuve, mais opposées de direction avec le mouvement de Genève, c'est-à-dire que l'eau monte à Morges, Vevey et Chillon, pendant qu'elle baisse à Genève. Le deuxième ventre d'oscillation occupe donc la partie orientale du lac, à partir d'un point situé entre Rolle et Morges.

2° Les seiches longitudinales de deuxième ordre ou *seiches binodales*, de 35 minutes de durée.

Elles sont bien marquées sur les tracés de Genève, le Rivage, Bellevue, Rolle, Anthy, Vevey et l'extrémité orientale du lac. Elles font absolument défaut à Morges.

Je les tiens pour des oscillations binodales dont les ventres seraient placés comme suit :

Ventre occidental, Genève, Rivage, Bellevue.
Nœud occidental, ?
Ventre médian, Rolle.
Nœud oriental, Morges.
Ventre oriental, Vevey, Tour-de-Peilz, Veytaux, Chillon, Villeneuve.

La nature binodale de ces seiches a été prouvée par les observations de M. Sarasin, à la Tour-de-Peilz [1], qui a montré que, dans la partie orientale du lac, les mouvements du lac sont synchrones et de même direction qu'à Genève, c'est-à-dire que l'eau monte simultanément aux deux extrémités du lac.

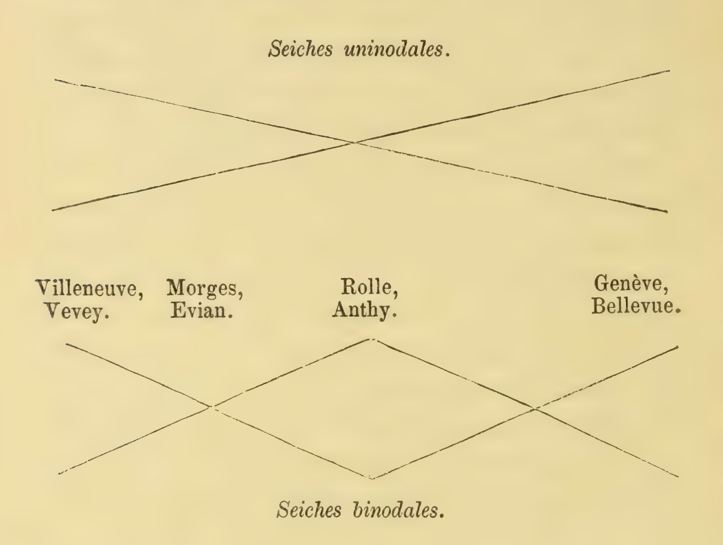
3° Les seiches *dicrotes* sont causées par la superposition des deux types de seiches, les uninodales et les binodales, les seiches de 73 et celles de 35 minutes, qui oscillent simultanément dans le lac [2]. Elles sont les plus fréquentes aux deux extrémités du lac; il est rare que, soit à Genève, soit à Vevey ou Chillon, les seiches uninodales ne soient pas entachées d'un peu de dicrotisme. Elles ne se voient pas dans la région médiane du lac, à Morges, où les uninodales apparaissent seules, ni à Rolle,

[1] *Archives*, 1880, II, 731.

[2] F.-A. Forel et J.-L. Soret, Les seiches dicrotes. *Archives*, 1880, III, 1.

où les binodales sont les seules traces de seiches longitudinales.

Le schéma suivant donnera une idée de la disposition des nœuds et ventres d'oscillation des deux types de seiches.



D'après cela, les seiches que j'avais constatées dans le Grand-lac, avec une durée de 35 minutes, se retrouvant à Genève et dans le Petit-lac, ne peuvent plus être considérées comme des seiches spéciales au Grand-lac, mais comme étant des seiches binodales du lac dans son entier. Je demande donc à retirer absolument de la discussion ce que j'appelais, dans mon Essai monographique, les seiches Villeneuve-Promenthoux.

Tout cela a été fort bien exposé par M. Ed. Sarasin, dans son étude sur les seiches de la Tour-de-Peilz. Ce qui m'engage à y revenir, c'est la constatation d'un fait très

intéressant, à savoir la position étrange des ventres et nœuds d'oscillation sur la longueur du lac.

En effet, ni les nœuds, ni les ventres d'oscillation ne sont situés à une distance égale des extrémités du lac; il y a asymétrie absolue dans la position de ces points fondamentaux du mouvement de balancement de l'eau du lac; ils sont tous transportés sensiblement du côté de Genève et s'éloignent de l'extrémité orientale du lac. Cela résulte des observations faites à Morges et à Rolle.

A Morges, nous avons les seiches uninodales opposées à celles de Genève, mais très bien marquées; leur amplitude est de peu inférieure à celle de Vevey. Nous sommes donc dans cette station du côté oriental du nœud d'oscillation, et assez loin de ce nœud. Les seiches binodales n'apparaissent pas à Morges; nous sommes donc très près du nœud de ces seiches.

A Rolle les seiches uninodales ne sont pas dessinées sur les tracés, les seiches binodales y sont, au contraire, très bien marquées. A Rolle nous sommes donc très près du nœud des uninodales et du ventre des binodales.

Mais cela ne correspond pas du tout avec les distances réelles de ces deux stations par rapport aux extrémités du lac.

Dans un bassin régulier on aurait le nœud des uninodales et le ventre médian des binodales au milieu de la longueur du bassin, et les nœuds des binodales aux quarts extrêmes de cette longueur. Le lac de Genève mesurant environ 74 kilom., suivant son axe courbe, la position de ces ventres et nœuds pourrait être cherchée :

1er quart, nœud occidental des binodales, à 10,5 kilom. de Genève, soit à 1 kilom. à l'ouest de Nyon.

2me quart, nœud des uninodales et ventre médian des

binodales, à 37 kilom. de Genève, à la pointe de la Pierre à Coulet, près de Saint-Prex.

3me quart, nœud oriental des binodales, à 18,5 kilom., de Villeneuve, entre Cully et Lutry.

Au lieu de ces positions, nous voyons le nœud des uninodales et le ventre médian des binodales être situés près de Rolle, soit à 8 kilom. plus à l'ouest que la moitié de la longueur du lac; nous voyons le nœud oriental des binodales être situé près de Morges, soit à 13 kilom. à l'ouest du quart oriental du lac, lequel est entre Cully et Lutry.

Ce déplacement des ventres et nœuds d'oscillation des seiches, du côté de Genève, est-il le résultat de la différence de profondeur entre les deux extrémités du lac, ou bien le résultat de la différence de largeur, le lac étant plus étroit et moins profond dans sa moitié occidentale que dans sa moitié orientale? Les deux causes s'additionnent peut-être pour expliquer ce fait qu'il m'a semblé utile de signaler [1].

[1] C'est ce fait que je n'avais pas reconnu alors, qui m'a induit en erreur sur les seiches de 35 minutes, en me faisant leur refuser la signification de seiches binodales (voir mon Essai monographique, p. 69).

SOIXANTE-HUITIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE AU

LOCLE

Les 11, 12 et 13 août 1885.

La Société helvétique des sciences naturelles s'est réunie au Locle, pour sa 68me session annuelle, du 11 au 13 août 1885.

Quatre-vingt-dix membres environ ont pris part à cette réunion, tenue sous la présidence de M. le prof. Jaccard, du Locle. Indépendamment des communications scientifiques dont il va être rendu compte dans les pages suivantes, les assistants ont été vivement intéressés par leurs visites aux nombreux établissements industriels du Locle. Au milieu d'une vallée de montagnes au climat rude et inhospitalier pendant une partie de l'année, on aime à trouver une activité industrielle aussi développée, surtout lorsqu'en même temps le mouvement intellectuel marche de pair. L'enseignement professionnel sous ses différentes formes, les cours du soir pour adultes, etc., ont donné au Locle des résultats particulièrement favorables. Aussi les membres de la Société helvétique forment-ils des vœux sincères pour que la crise qui, dans le Jura neuchâtelois comme ailleurs, pèse sur l'industrie horlogère, ne soit pas de longue durée. Ils sympathisent également avec les efforts faits pour élever au Locle un monument à Daniel-

Jean Richard, le véritable fondateur de l'horlogerie dans ces régions.

La session du Locle a été complétée par deux excursions intéressantes, l'une au lac des Brenets et au Saut du Doubs, l'autre aux gorges de la Reuse, et par une réception aussi cordiale que bien ordonnée dans la belle propriété de M. Jurgensen, au Châtelard, près des Brenets. Les membres présents de la Société helvétique se sont séparés, remportant les meilleurs souvenirs de leur séjour dans le Jura neuchâtelois, et en se donnant rendez-vous à Genève pour la session de 1886.

Dans les pages qui suivent nous donnons le résumé des communications faites dans les assemblées générales et les séances des sections en les classant suivant les branches de la science auxquelles elles se rapportent.

Physique et Chimie.

Président : M. le prof. Robert Weber, de Neuchâtel.
Secrétaire : M. le prof. Charles Soret, de Genève.

Charles Dufour, Influence de l'attraction de la Lune pour la production des Gulf-streams. — F.-A. Forel, Carte hydrographique du lac des IV Cantons. — Schumacher-Kopp, Observations sur les eaux des puits, etc. — G. Sire, Nouvel hygromètre à condensation. — Henri Dufour, Conditions dans lesquelles un arc-en-ciel peut être réfléchi par une surface d'eau. — F.-A. Forel, Formule des seiches. — Le même. Une inclinaison notable des couches isothermes dans le lac Léman. — Hagenbach-Bischoff, Temps nécessaire à la propagation de l'électricité dans les fils télégraphiques. — Robert Weber, Conductibilité calorifique des corps solides mauvais conducteurs. — F. Urech, Détermination de l'affinité des glucoses au point de vue de la formation des Bioses.

Dans la 1re assemblée générale M. le prof. Charles Dufour, de Morges, fait une communication *sur l'influence*

de l'attraction de la Lune pour la production des Gulf-streams.

On a beaucoup discuté dans les derniers mois l'influence que peut avoir l'attraction de la Lune sur les vents alisés.

Je crois depuis longtemps que notre satellite est aussi la cause première d'un autre grand mouvement qui existe à la surface du globe, c'est-à-dire des Gulf-streams.

En effet, chaque jour, la Lune en s'avançant vers l'ouest entraîne avec elle une certaine quantité d'eau; celle qui est ainsi déplacée sur l'Atlantique est arrêtée par l'Amérique; celle qui est déplacée sur le Pacifique est arrêtée par l'Asie et par les nombreuses îles qui sont au sud-est de ce continent.

Depuis ce moment, la configuration des côtes joue un grand rôle pour renvoyer dans un sens ou dans un autre les eaux qui s'accumulent contre elles. Ainsi, pour la partie de l'Atlantique qui est au nord de l'équateur, les eaux entraînées par la Lune s'accumulent dans le Golfe du Mexique, d'où elles sortent par l'ouverture la plus septentrionale, c'est-à-dire par le canal existant entre la Floride et l'île de Cuba, puis reviennent sur les côtes d'Europe, combler le vide produit par les eaux que, chaque jour, la Lune entraîne du côté de l'Amérique.

Sur les côtes d'Asie, la question est plus complexe, parce qu'il n'y a pas un bassin comme le Golfe du Mexique, et que l'on y trouve au contraire un grand nombre d'îles dont les côtes, qui ont des directions diverses, influent aussi bien différemment sur la direction de l'eau. Cependant, une partie de cette eau est renvoyée d'abord au nord, puis à l'est, et forme le Gulf-stream du Pacifique, tandis qu'une autre partie passant entre les îles, con-

tinue sa route vers l'ouest. Un de ces courants, très-sensible dans le Détroit de la Sonde, se prolonge dans l'Océan indien. On a même prétendu que depuis deux ans sa direction avait changé, à cause des profondes modifications que ce détroit a subies ensuite de l'éruption du Krakatoa.

On sait que le Gulf-stream de l'Atlantique se déplace suivant les saisons, il va plus au nord en septembre qu'en mars, ce qui revient à dire qu'en septembre il a plus de force pour refouler vers le nord le courant d'eau froide qui descend par la Baie de Baffin. Ceci est une conséquence de la théorie que je viens d'exposer. En effet, au printemps et en été le Soleil est au nord de l'équateur, et son action, analogue à celle de la Lune, est plus énergique qu'en hiver pour entraîner les eaux de l'hémisphère boréal, de là un courant plus considérable. Mais, à cause des grandes distances qu'elle doit parcourir, c'est seulement deux ou trois mois plus tard que cette plus grande masse d'eau arrive dans le voisinage de Terre-Neuve, et se manifeste par un déplacement qui se reproduit chaque année.

D'un autre côté, le Gulf-stream ne peut pas être affecté de variations analogues à la marée. Sans doute, l'action de la Lune pour entraîner les eaux du côté de l'Amérique, est différente suivant que cet astre est au périgée ou à l'apogée, mais comme toutes ces eaux se réunissent dans le Golfe du Mexique, les variations qui se produisent d'un jour à l'autre se neutralisent dans cet immense bassin, et ne paraissent pas à la sortie, sauf l'effet beaucoup plus prolongé du Soleil d'été et du Soleil d'hiver.

Le Gulf-stream de l'Atlantique est le plus grand fleuve du monde, il est même trente fois plus considérable que tous les fleuves du monde ensemble. En effet, ceux-ci dé-

bitent un million de mètres cubes d'eau par seconde, tandis que le Gulf-stream en débite plus de trente millions. C'est assurément une chose bien remarquable, de voir que le plus grand de tous les fleuves ne coule pas sur un vaste continent comme le font l'Amazone ou le Missisipi, mais au milieu de l'Océan entre des parois liquides, et que comme le dit Maury : « Dans les plus grandes sécheresses jamais il ne tarit, dans les plus grandes pluies jamais il ne déborde. » Mais sa cause est aussi bien différente de celle des autres fleuves.

Il est possible que d'autres facteurs, par exemple les différences de température, aient aussi de l'influence sur le mouvement de l'eau. Mais quand on considère la direction des Gulf-streams, il est naturel de voir là une conséquence du mouvement de la Lune, et quand on considère la quantité d'eau qu'ils déplacent, et la force nécessaire pour produire une aussi puissante action, on peut demander s'il est possible de la trouver ailleurs que dans l'action d'un corps céleste.

Dans l'assemblée générale du 11 août M. F.-A. Forel, de Morges, expose un calque et des profils de la *Carte hydrographique du lac des IV Cantons*, levée en 1884 par M. l'ingénieur J. Hörnlimann, du bureau topographique fédéral, sous la direction de M. le colonel J.-J. Lochmann, chef de ce bureau. Cette carte au 25000me, qui appartient à l'Atlas Siegfried, montre un relief fort compliqué du bassin du lac; celui-ci est divisé en neuf bassins secondaires par des barres immergées, dont les unes sont dues à l'alluvion des torrents, les autres à des faits orographiques, les autres probablement à des moraines. (La description détaillée de cette carte sera prochainement publiée dans les *Archives*.)

Dans la séance de la section de physique, M. le Dr SCHUMACHER-KOPP rend compte des observations qu'il a eu l'occasion de faire dernièrement comme chimiste cantonal à Lucerne. Ces observations ont porté principalement sur les eaux des puits dans leurs relations avec la fièvre typhoïde; sur les falsifications volontaires ou accidentelles des vinaigres et des vins; sur les altérations du lait des vaches malades; sur l'existence dans le commerce, malgré les lois sur la matière, de papiers teints avec de l'arsenic; sur la richesse comparative en tannin de l'écorce des arbres vivant à différentes hauteurs. M. Schumacher montre aussi divers modèles de pinces de laboratoire, et présente une encre à écrire sur le verre.

M. G. SIRE, de Besançon, présente et fait fonctionner un *nouvel hygromètre à condensation* qu'il a imaginé. C'est une modification de l'hygromètre condenseur de Regnault; par conséquent l'abaissement de température qui détermine le point de rosée s'y produit aussi par l'évaporation de l'éther sulfurique traversé par un courant d'air.

La surface brillante sur laquelle se fait le dépôt de vapeur d'eau est cylindrique, mais pour rendre ce dépôt plus apparent, deux viroles brillantes sont juxtaposées, l'une au-dessus, l'autre au-dessous de la dite surface, et elles en sont isolées par un corps mauvais conducteur de la chaleur. Il en résulte que cette partie de l'instrument présente à l'extérieur une surface cylindrique partagée en trois zones de même hauteur, par deux intervalles de un demi-millimètre environ. Les deux zones extrêmes restent brillantes dans les expériences, de sorte qu'il est très facile de juger, *par contraste,* des moindres changements qui surviennent sur la zone moyenne. D'autre

part, comme le réservoir à éther est préservé du réchauffement par l'air ambiant dans les parties autres que celle où se fait le dépôt de rosée, on atteint plus vite la température de ce dépôt, et on la maintient plus facilement stationnaire.

Le petit volume de ce nouvel hygromètre permet de l'introduire facilement dans une cloche de verre, pour déterminer l'état hygrométrique de l'intérieur de cette cloche. Par exemple, si plusieurs hygromètres à cheveu sont disposés dans cet intérieur, dont on fera varier le degré d'humidité par des mélanges arbitraires d'eau et d'acide sulfurique, on pourra déterminer les indications de ces hygromètres, pour des fractions de saturation aussi rapprochées qu'on le voudra. Ce procédé expérimental constitue une méthode de graduation et de vérification très exacte, et notablement plus expéditive que les méthodes proposées jusqu'à ce jour.

M. Sire présente également un instrument qu'il désigne sous le nom de *station météorologique portative*, destinée à faciliter aux alpinistes l'étude de l'atmosphère dans les lieux élevés. Cet instrument permet de déterminer rapidement la température, la pression et le degré d'humidité de l'air; c'est dire qu'il s'agit du groupement sous un petit volume, d'un thermomètre, d'un baromètre et d'un hygromètre, auxquels est ajoutée une boussole.

M. Henri DUFOUR étudie quelles sont les *conditions dans lesquelles un arc-en-ciel peut être vu réfléchi par une surface d'eau.* Ce phénomène assez rarement observé l'a été dernièrement à Lyon par M. le Dr Maurice Cérésole. Dans son ouvrage bien connu « La Lumière, » M. le prof. J. Tyndall consacre une page à cette question et pa-

raît admettre qu'on ne peut voir une image d'arc-en-ciel dans l'eau. M. Dufour montre qu'il est vrai que l'arc directement visible ne peut être vu lui-même par réflexion sur une nappe d'eau un peu éloignée, mais que au-dessous des gouttelettes d'eau qui donnent l'arc visible, il y en a beaucoup d'autres qui peuvent aussi produire des arcs-en-ciel invisibles pour l'observateur parce que les rayons efficaces qu'ils émettent rencontrent le sol au-devant de lui. Si au lieu du sol il y a une nappe d'eau entre le nuage et l'observateur, ces rayons seront réfléchis vers l'œil et donneront l'image d'un arc qui paraît être le même que celui qui est vu directement. En discutant les conditions dans lesquelles se produit le phénomène on constate que ces conditions se réalisent probablement plus fréquemment qu'on ne le croit. — M. Dufour insiste sur le fait que, dans l'étude de l'arc-en-ciel, il importe de ne pas oublier qu'il se produit dans un rideau de pluie ayant une certaine hauteur et une certaine profondeur.

M. F.-A. Forel de Morges, indique une vérification très intéressante de la *formule des Seiches* $t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$ qu'il avait déduite en 1876 des équations théoriques de R. Merian de Bâle[1].

Un lac très peu profond, le lac George, dans les Nouvelles Galles du Sud, a été étudié récemment par M. H.-C. Russell, qui a constaté les valeurs suivantes :

l longueur du lac : 18 milles anglais = 28962 m.

h profondeur indiquée par M. Russell : 15 à 20 pieds anglais.

[1] Voir plus haut, page 203.

t durée de la demi-oscillation d'une seiche longitudinale : 3930 secondes de temps.

La formule des seiches appliquée à ces données attribue à ce lac une profondeur moyenne de $5^m,14$ soit 18,1 pieds anglais.

M. F.-A. Forel annonce qu'il a constaté par des sondages thermométriques *une inclinaison notable des couches isothermes dans le lac Léman.* Elle est assez forte pour donner, à la profondeur de 30 à 40 m., une différence de 2° de température entre Chillon et Yvoire, aux deux extrémités du Grand Lac, l'eau étant plus chaude à Chillon qu'à Yvoire. — Si des observations ultérieures établissent la constance du sens de cette inclinaison, M. Forel l'expliquera probablement par l'excès de densité des eaux de la partie orientale du lac, causé par la suspension dans ces eaux du limon glaciaire du Rhône.

M. le prof. Hagenbach-Bischoff de Bâle fait la communication suivante :

Dans la dernière réunion de notre Société, à Lucerne, j'ai parlé des expériences que j'ai entreprises pour déterminer le *temps nécessaire à la propagation de l'électricité dans les fils télégraphiques*[1]. Depuis lors j'ai répété ces essais de diverses manières, en variant les longueurs de parcours, et crois avoir élucidé principalement les deux points suivants :

1. Dans ma précédente communication j'exprimais la crainte que certaines perturbations ne fussent apportées par l'isolement imparfait des lignes télégraphiques. J'ai

[1] *Archives*, 1884, t. XII, p. 476.

reconnu par des essais spéciaux faits en intercalant des galvanomètres dans le circuit, que cette crainte n'était pas fondée, et qu'à cet égard la méthode présente toutes les garanties désirables.

2. De la comparaison des expériences de Bâle à Lucerne, avec celles de Bâle à Olten, j'avais cru pouvoir conclure l'année dernière que la durée de la propagation était proportionnelle à la longueur de la ligne. J'ai étudié de plus près cette question et ai obtenu les résultats suivants pour les différentes distances.

	l = distances en kilomètres	t = durées en secondes	$\log. \frac{l^2}{t}$
Bâle-Lucerne-Bâle	193,2	0,0027	7,14
Bâle-Olten-Bâle	83,4	0,00055	7,10
Bâle-Sissach-Bâle	45,0	0,00016	7,11
Bâle-Liestal-Bâle	31,2	0,00008	7,10
Bâle-Pratteln-Bâle	18,0	0,00004	6,92

Il résulte de ces chiffres, que les durées des propagations sont proportionnelles, non pas aux distances, comme je l'avais admis, mais bien aux carrés des distances. D'où l'on peut conclure qu'il ne s'agit pas d'une véritable propagation, dont on puisse déterminer la vitesse, mais seulement d'un temps de charge. On sait que ce temps de charge joue un grand rôle dans les lignes sous-marines, sur lesquelles on l'a maintes fois étudié ; mes essais montrent clairement que le temps nécessaire à la transmission des signaux doit être rapportée à la même cause sur les lignes aériennes, ainsi que Guillemin[1] l'a montré en 1860 par des expériences fondées sur une méthode entièrement différente.

[1] *Annales de chimie et de physique*, 1860, t. LX, p. 385.

M. le Dr Robert Weber de Neuchâtel, parle de *la conductibilité calorifique des corps solides mauvais conducteurs.* M. Weber a publié en 1878 sa méthode, et une série d'expériences faites sous l'excellente direction de M. H.-F. Weber, dans les laboratoires de l'École polytechnique fédérale. De nouvelles études sur ce sujet l'ont amené à reprendre la question et à modifier la partie expérimentale de sa méthode.

En se basant sur l'intégrale donnée par Fourier dans sa « Théorie du mouvement de la chaleur dans les corps solides, » pour le cas d'une sphère, à savoir :

$$u = \frac{2h}{k} \, \mathrm{R\,C} \sum i \frac{\sin(\beta_i r)}{\beta_i r \, [\beta_i \mathrm{R} \ \mathrm{cosec.}(\beta_i \mathrm{R}) - \cos(\beta_i \mathrm{R})]} \, e^{-\frac{k}{c\mathrm{D}} \beta_i^2 t}$$

M. Weber arrive à

$$k = \frac{c\,\mathrm{D}}{\beta_i^2 \, (t_2 - t_1)} \, 2{,}302585 . \log \mathrm{com} \, \frac{u_1}{u_2}$$

formule dans laquelle toutes les quantités du second membre s'obtiennent expérimentalement.

L'application de cette méthode au quartz, au marbre, à la craie, à l'anhydrite, au plâtre naturel et artificiel, au sel gemme, au salmiac, au charbon de cornue, au basalte, etc., etc., montre que le coefficient de conductibilité k varie suivant la température, et qu'il augmente pour certains corps, tandis qu'il diminue pour d'autres, malgré l'accroissement de la chaleur spécifique; — que k dépend de la nature de l'atome composant la molécule et le corps; — que k est d'autant plus petit que la molécule est plus complexe.

M. F. Urech fait une communication sur la *Détermination de l'affinité des glucoses au point de vue de la formation des Bioses, au moyen de la rapidité avec laquelle elles subissent l'inversion.*

M. Urech expose les raisons qui font regarder les « bioses » par exemple, de la canne à sucre (Saccharobiose), du sucre de lait (Lactobiose), de la maltose (Maltobiose), comme des éthers, c'est-à-dire comme deux radicaux de glucoses liés entre eux par un atome d'oxygène, et admet que les différences que ces bioses montrent avec les véritables éthers proviennent de la différence qui existe entre les alcools véritables et les glucoses, les bioses ne pouvant pas jusqu'à présent être obtenues par synthèse de glucoses, et les alcalis en dissolution agissant facilement sur les bioses et pas ou beaucoup moins facilement sur les véritables éthers.

L'action des dissolutions alcalines sur les différentes bioses varie beaucoup, ainsi la maltobiose et la lactobiose comme aussi les glucoses (lévulose, dextrose et lactose) sont facilement attaquées par leur dissolution faible d'un alcali et à la température ordinaire, tandis que la saccharobiose n'est attaquée que très lentement à chaud par une dissolution concentrée, et cependant la lévulose ellemême, qui est le radical de la saccharobiose, est de toutes les glucoses celle qui est le plus facilement attaquée par les alcalis; c'est pour cela que M. Urech croit que dans la saccharobiose il existe outre une liaison des deux radicaux par un atome d'oxygène (éther) des liaisons de carbone à carbone ou plutôt d'autres atomes d'oxygène, provenant des groupes qui dans les radicaux glucoses, étaient originellement facilement attaqués par les alcalis. La saccharobiose renferme comme radicaux la lévulose et la dextrose, et

diffère aussi des autres bioses dans sa résistance aux acides, seulement c'est en sens inverse, elle subit instantanément l'inversion, dans des conditions de concentration et de température où les deux autres bioses ne sont que lentement inverties.

En admettant pour le moment que les deux radicaux ne sont joints entre eux que par un atome d'oxygène

$$O \begin{matrix} \diagup C_6H_{11}O_5 \\ \diagdown C_6H_{11}O_5 \end{matrix}$$

Dextrose + lévulose — H_2O = saccharobiose,
Dextrose + dextrose — H_2O = maltobiose,
Dextrose + lactose — H_2O = lactobiose,

on peut comparer la force de leurs affinités internes au moyen de la constante de rapidité avec laquelle elles subissent des réactions simples et les résultats obtenus sont pour la rapidité de l'inversion au moyen d'un acide faible saccharobiose > maltobiose > lactobiose, d'où il est peut-être permis de conclure que la rapidité de formation des bioses serait inverse, la lactobiose se formant le plus facilement et que par conséquent l'affinité des trois glucoses pour la dextrose serait :

lactose > dextrose > lévulose.

L'action des alcalis sur les glucoses a été aussi étudiée; la lévulose diffère beaucoup des deux autres qui se comportent entre elles d'une manière assez semblable au commencement de l'action, quoique vers la fin la dextrose soit plus rapidement attaquée que la lactose.

On a pour la rapidité de la réaction :

lévulose > dextrose > lactose.

On peut attendre de l'étude des réactions des glucoses et des bioses au point de vue de leur plus ou moins de facilité à être attaquées, des éclaircissements sur leurs constitutions, puisque la force d'affinité d'un corps dépend de sa constitution. Cette petite étude sur les bioses est un chapitre d'un mémoire que M. Urech dépose sur le bureau et qui est intitulé : *Itinerarium durch die theoretische Entwiklungsgeschichte der Lehre von der chemischen Reactionsgeschwindigkeit.*

Géologie.

Président : M. Marcel Bertrand, de Paris.
Secrétaire : M. Henri Golliez, à Sainte-Croix.

Jaccard, Géologie du Jura. — Guill. Ritter, Hydrologie des gorges de la Reuse et du bassin souterrain de Noiraigue. — Paul Choffat, Quelques points importants de la géologie du Portugal. — F. Koby, Existence des coraux rugueux dans les couches jurassiques supérieures. — A. Baltzer, Löss du canton de Berne. — Renevier, Facies abyssaux. — Rollier, Structure du Chasseral. — Schardt, Origine des cargneules. — Gilliéron, Excursions géologiques. — Rollier, Fossiles siliceux. — De Tribolet, Carte de Guyot sur la distribution des espèces des roches dans le basssin erratique du Rhône.

Dans son discours d'ouverture à la première assemblée générale, M. le prof. Jaccard, président de la session, a fait un exposé très complet de la géologie du Jura et des nombreuses recherches dont elle a été l'objet.

Dans la dernière assemblée générale, M. l'ingénieur Guill. Ritter, de Neuchâtel, a fait une communication *sur l'hydrologie des Gorges de la Reuse et du bassin souterrain de Noiraigue.*

Les recherches de cet ingénieur dans ce domaine avaient pour but de résoudre le problème de l'alimentation en eau potable des villes de Neuchâtel et de la Chaux-de-Fonds. Ce problème mal résolu à deux reprises pour Neuchâtel, et qui paraissait insoluble pour la seconde de ces localités, en raison de son altitude de 1000^m au-dessus de la mer et du manque absolu d'eau de sources dans ses environs, ce problème est aujourd'hui résolu par les études de M. Ritter qui a découvert et constaté dans les Gorges de la Reuse l'existence permanente d'eau de sources en volume suffisant et de qualité excellente; il ne reste donc plus qu'à exécuter les projets de cet ingénieur pour donner satisfaction aux populations intéressées.

La contrée qui fournit ces abondantes eaux de sources offre un intérêt très grand au point de vue hydrologique. M. Ritter divise son exposé en trois parties savoir : 1° l'hydrologie du bassin de Noiraigue; 2° celle des sources rive gauche et rive droite de Champ-du-Moulin; 3° enfin celle des sources inférieures des Gorges dites de Combe-Garrot.

Bassin de Noiraigue. Les bancs réguliers qui, par leur disposition synclinale en cuvettes cylindriques placées les unes dans les autres, forment le Val-de-Travers, sont brusquement rompus, à la cluse des Œuillons-Rosières, depuis la molasse jusqu'à la dalle nacrée qui ferme la vallée au Furcil. Tous ces bancs intermédiaires rompus forment évidemment au-dessous de la surface du sol des escarpements souterrains comme ils en forment de visibles à droite et à gauche au-dessus. Ces escarpements souterrains, véritables bouches béantes et points bas des cuvettes ci-dessus, aboutissent ainsi à la cavité souterraine de Noiraigue. Celle-ci reçoit donc, grâce aux couches mar-

neuses imperméables des divers étages toutes les eaux absorbées :

1° par les roches jurassiques perméables du vallon;

2° par celles du terrain crétacé;

3° par celles du tertiaire;

4° enfin par les terrains quaternaires, graviers de remplissage, etc., etc., et comme tout ce système de circulation souterraine trouve ainsi un échappement dans la cluse de Rosières, il est de la dernière évidence que les matériaux de remplissage de cette cavité, en nature d'éboulis, de pierres, sables, brèches, glaise, limon, terrains glaciaires, etc., sont toujours gorgés d'eau par les arrivages continuels d'eau souterraine.

C'est donc là que M. Ritter voulait puiser sa principale eau, mais l'abondance et le nombre des sources apparentes constatées ailleurs par lui, ainsi que leur altitude favorable d'un côté; de l'autre certaines objections que les industriels font à cette prise d'eau de Noiraigue l'ont engagé à prévoir dans son projet la dérivation des sources d'abord et de réserver les eaux du bassin de Noiraigue pour l'avenir.

M. Ritter démontre aussi, au moyen de profils géologiques et par divers calculs, que le bassin souterrain de Noiraigue pourrait fournir l'eau nécessaire à Neuchâtel pendant 45 mois avant que les eaux de la Reuse, c'est-à-dire de surface, ne puissent se mélanger avec celles des galeries de succion, et ceci en supposant même nuls les arrivages d'eau souterraine des cuvettes. Si contre toute attente l'eau de la Reuse arrivait cependant lentement, c'est-à-dire, comme il vient d'être dit, après plus de 4 années aux galeries de succion et à 17 mètres de profondeur (plus de 50 pieds), on aurait même alors évi-

demment une eau filtrée excellente, d'où les microbes, bactérides, bacillus et autres organismes disparaîtraient après un si long temps par leur oxydation et leur transformation dans un milieu absolument impropre à leur culture ou conservation.

Pendant la sécheresse de l'année dernière lorsque la rivière jaugeait 4000 litres par seconde seulement, il a été prouvé que le bassin souterrain de Noiraigue fournissait autant d'eau à la Reuse que tous les cours d'eau réunis du Val-de-Travers. Il y a donc un courant d'eau ascendant permanent des eaux de ce bassin dans lequel on pourra puiser au besoin jusqu'à deux mille litres d'eau par seconde sans l'arrêter.

Eaux de sources. Les flancs nord et sud des Gorges de la Reuse présentent sur la longueur du palier du Champ-du-Moulin de nombreuses sources qui doivent leur origine et leur abondance à deux causes géologiques intéressantes.

Les Gorges de la Reuse sont une vallée faisant suite au Val-de-Ruz d'un côté et au Val-de-Travers de l'autre, et les mêmes bancs qui constituent ces vallées se retrouvent au centre des Gorges. Il en résulte que de véritables chéneaux juxtaposés existent dans cette zone ; puis, à cheval sur ces couches, se trouvent de puissants amas de terrains glaciaires et éboulis, dont les eaux d'infiltration sont retenues forcément par ces chéneaux et conduites en certains points où elles peuvent se déverser sans se perdre dans les profondeurs du système.

D'autre part, ces sources viennent toutes sourdre au-dessus de la Reuse, fait très surprenant, mais dont M. Ritter donne une explication fort curieuse.

Le fond de l'ancien lit de la Reuse est tapissé d'une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur de superbe glaise aux

bancs lamelleux, parfaitement horizontaux, qui ne sont autre chose, selon cet ingénieur, que le dépôt formé par un lac glaciaire.

Le glacier acculé dans les Gorges de la Reuse formait un lac, grâce à l'obstruction de la vallée, produite par les moraines frontales empêchant sans doute souvent l'écoulement des eaux supérieures par dessous le glacier.

Les eaux troubles des ravins et torrents en amont y déposaient leurs limons ainsi mêlés ou recouverts par les blocs erratiques et terrains de transport des moraines du glacier.

Le glacier ayant disparu, la Reuse a rongé ces glaises sur la largeur de son lit actuel, mais les érosions permettent de constater latéralement presque partout l'existence de cette argile ou glaise en strates parallèles parfaitement en place.

Dès lors, le fond de la vallée étant à droite et à gauche tapissé de ce banc imperméable, il en résulte que les arrivages d'eau latéraux, aboutissant à la surface des bancs sous les éboulis qui les recouvrent, ne peuvent descendre au delà et sont forcés de se traduire en sources apparentes sur ce banc de marne lui-même.

M. Ritter avait observé d'abord les quelques sources connues de chacun, mais ses recherches ont abouti à la constatation de nombreuses sources trouvées sur les escarpements de cette marne. Enfin, il a démontré que les eaux connues sous le nom de « Sources de Combe-Garrot, » dont on a tant parlé à Neuchâtel et dont il s'est agi de pomper les eaux pour les remonter à Neuchâtel, proviennent en majeure partie d'infiltrations de la Reuse.

Sur deux kilomètres la Reuse roule ses flots sur les escarpements des bancs perméables du jurassique supé-

rieur en communication complète avec la même nature de bancs d'où vient sourdre la source principale. De plus, comme ces deux kilomètres d'absorption sont à 80 mètres en moyenne au-dessus de l'orifice de cette source, rien de plus naturel qu'il s'y échappe une partie des eaux absorbées. La seule explication que l'on avait donnée de cette source était que les bancs perméables du jurassique supérieur amenaient les eaux recueillies et absorbées le long de la vallée, depuis les Œuillons et même le Val-de-Travers. Malheureusement pour cette théorie, les nombreuses sources de Champ-du-Moulin dont il vient d'être fait mention plus haut fournissent à elles seules tellement d'eau, que le calcul démontre que toute l'absorption des eaux du ciel par le sol suffit à peine à fournir leur volume propre. D'autre part, cette perméabilité du banc conducteur que l'on invoque et qui permettrait ainsi des arrivages d'eau de 8 à 10 kilomètres de distance, prouve que le même banc amènerait à plus forte raison des eaux de la Reuse, puisque celle-ci coule sur ses affleurements sur une longueur de 2000 mètres à 80 mètres de hauteur, c'est-à-dire à une faible distance de la source elle-même. La conclusion contraire serait assurément étrange et constituerait un véritable miracle géologique.

Toute cette question des sources de Champ-du-Moulin soulevée par suite des études de M. Ritter a provoqué à Neuchâtel des controverses très vives de la part de ceux qui préconisaient l'emploi des sources de Combe-Garrot.

Ces derniers prétendaient que les sources qu'ils appelaient sources Ritter seraient à sec pendant les sécheresses tandis que celles de Combe-Garrot étaient peu ou point variables. — Or la sécheresse vraiment extraordinaire de l'année dernière a réduit à néant toutes les objections faites

au système Ritter et lui a définitivement donné gain de cause.

Voici les chiffres donnés par les jaugeages des deux catégories de sources comparées à ceux de l'eau tombée :

Sécheresse, c'est-à-dire dépression de la moyenne annuelle de l'eau tombée........... 32,7 %.

Diminution du volume des sources destinées selon le projet Ritter à Neuchâtel. 22,6 »

Diminution du volume de celles destinées à la Chaux-de-Fonds.......... 10,2 »

Diminution du volume de celles de Combe-Garrot.................. 80,5 »

On comprend aisément, dit M. Ritter, que de pareils résultats aient mis à néant toute velléité de discussion ultérieure.

La composition de toutes ces eaux de source est on ne peut meilleure pour l'alimentation.

Dans la séance de la section de géologie M. Paul Choffat ouvre la série des communications par une conférence sur *quelques points importants de la géologie du Portugal;* il expose une carte géologique de ce pays, une grande planche de vues et de profils, ainsi qu'une dizaine de planches en phototypie, représentant des fossiles crétaciques et faisant partie d'un ouvrage en cours de publication.

M. Choffat parle en premier lieu du *Granit de la Serra de Cintra,* petite montagne entourée de malm, de crétacique et de tertiaire. Ce granit envoie dans le malm non seulement des apophyses, mais en outre des filons ramifiés, dont deux vues sont représentées dans le tableau.

Les strates crétaciques qui surmontent le malm et qui

se terminent au carentonin se présentant avec une parfaite régularité, il n'est guère possible de supposer que l'éruption ait eu lieu pendant leur dépôt; elle doit avoir eu lieu entre le carentonin et les couches miocènes qui le surmontent.

Passage du jurassique au crétacique. La deuxième communication de M. Choffat se rattache à la première, en ce qu'elle prouve qu'il n'y a pas eu d'interruption entre le jurassique et le crétacique, et que l'on ne peut, par conséquent, pas supposer que l'éruption du granit ait eu lieu entre ces deux périodes.

Au-dessus du ptérocérin, ayant beaucoup de rapport avec celui du Hanovre, se trouvent 200 à 300 mètres de calcaires dont la faune provient en partie du ptérocérien, tandis que le reste leur est propre. Ce sont principalement des *Aptyxis,* des *Cyrènes* et de grands foraminifères discoïdaux, que M. Munier-Chalmas désigne du nom de *Trematocyclina.*

Sur le pourtour de la Serra de Cintra, ces calcaires du malm passent au crétacique sans aucun changement; la présence de *Trigonia caudata,* vers la partie supérieure, indique seule que l'on est dans le crétacique. Les strates comprises entre les couches de Freixial et le valanginien sont désignées par M. Choffat du nom de *Infravalanginien*; elles contiennent un Trematocyclina, qui ne se distingue de celui du jurassique que par une taille plus petite, et plusieurs fossiles incontestablement crétaciques, dont un des plus fréquents est un *Cyprina*, très voisin du *C. Bernensis.*

Le valanginien contient *Natica Leviathan* et plusieurs autres fossiles du valanginien du Jura; il est surmonté par le hauterivien qui a aussi une faune analogue à celle du Jura.

A environ 20 kilom. à l'est, dans la contrée de Bellas, on retrouve l'infravalanginien identique à celui de Cintra, le hauterivien est aussi analogue dans les deux contrées, mais le valanginien est par contre remplacé par des grès puissants, ne contenant que des végétaux terrestres. Étant compris entre les mêmes strates que le valanginien, ces grès lui sont évidemment parallèles. Ils contiennent des plantes dont une partie se retrouvent dans le wealdien du Hanovre ; ils sont donc une preuve de plus en faveur du parallélisme du wealdien et du valanginien.

Aires tiphoniques. M. Choffat a appliqué ce terme à un accident géologique assez fréquent en Portugal; ce sont des dépressions à bords très irréguliers, dont le sol est formé par des marnes rouges contenant des dolomies à fossiles rhétiens, formant des monticules à strates plongeant dans toutes les directions, et en outre des tiphons d'ophite et de teschenite, et fréquemment des sources thermales. Les bords de ces aires sont formés par des terrains beaucoup plus récents, généralement du malm, quelquefois du crétacique ou même du tertiaire. Les terrains intermédiaires entre le rhétien et ceux qui forment le pourtour de la dépression ne sont pas représentés, quoiqu'ils se soient déposés dans la contrée, comme on peut le constater par quelques lambeaux qui ont parfois accompagné les dolomies.

La théorie des voûtes rompues ne peut pas leur être appliquée, d'abord parce qu'il n'y a généralement pas de voûtes, les couches encaissantes étant le plus souvent à peu près horizontales.

Dans quelques cas où les couches encaissantes sont suffisamment inclinées pour permettre de songer à une voûte avec ou sans renversements, cette théorie ne peut

quand même pas être admise, à cause de la série qui manque entre le rhétien et la roche encaissante. Si cette série ne manquait que d'un côté, on pourrait admettre un étirement; mais comment expliquer un étirement se produisant de chaque côté, de la vallée? Il paraît beaucoup plus plausible d'avoir recours à une modification de l'explication des Horst des géologues autrichiens. On sait que ces accidents sont expliqués par un affaissement de deux parties encaissant une partie médiane qui n'aurait pas pris part à l'affaissement. L'application de cette théorie aux aires tiphoniques est rendue difficile par le fait qu'il faudrait admettre l'érosion de toute cette partie restée en place; cette difficulté disparaît dans l'hypothèse suivante. Dans les aires tiphoniques du Portugal, nous avons un puissant massif calcaire reposant sur des marnes; on peut admettre une crevasse traversant le massif calcaire, mais s'arrêtant sur les marnes par suite de leur plus grande élasticité. Admettons encore que les deux côtés glissent sur les marnes en s'écartant; il suffira alors d'un affaissement des deux massifs calcaires pour que l'aire rhétienne soit au niveau des couches supérieures.

Ce sera en quelque sorte analogue à ce qui se passe parfois dans les galeries ou dans les tranchées à ciel ouvert.

Ajoutons, en terminant[1], que des accidents analogues

[1] On trouvera plus de détails dans les publications suivantes de M. Choffat.

Age du granit de Cintra. Lisbonne, 1884.

Recueil de Monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Lisbonne, 1885.

Note sur les vallées tiphoniques et les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal. Bull. Soc. géol. de France, 1882,

Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les éruptions d'ophite et de teschénite en Portugal. Lisbonne, 1884.

se trouvent dans le reste de la péninsule ibérique, et même sur le versant français des Pyrénées, et que M. Bertrand a trouvé un fait très semblable au point de vue géotechtonique dans les environs de Toulon, ainsi que d'autres en différant, pour certains points, dans le département du Jura.

M. F. Koby fait part à la Société de ses recherches sur l'*existence des coraux rugueux dans les couches jurassiques supérieures.*

Les Madréporaires vivants et fossiles sont répartis par MM. Milne Edwards et Haime en cinq grands groupes : les *tubuleux,* les *tabulés*, les *rugueux,* les *perforés* et les *apores.* M. Zittel dans son traité de paléontologie n'en distingue que deux : les *Hexacoralliens* et les *Tetracoralliens.* Ce dernier groupe correspond à celui des *Madréporaires rugueux.* Relativement à leur distribution géologique on a admis, jusqu'à présent, que les *Tetracoralliens* ne se rencontrent que dans les terrains paléozoïques, tandis que les *Hexacoralliens* représentent la faune coralligène des formations plus récentes. L'un ou l'autre polypier rugueux a déjà été signalé soit dans le crétacé, soit dans le tertiaire, et même dans nos mers actuelles. Mais les paléontologues n'admettent qu'avec beaucoup de doutes ces quelques espèces rugueuses soit que leur état de conservation ne permette pas d'en étudier assez exactement les caractères internes, soit parce qu'il manquerait toujours une série d'espèces reliant les récentes aux paléozoïques.

Dans les ouvrages de Goldfuss, de Michelin, de Quenstedt, d'Étallon, on trouve plusieurs figures et descriptions de polypiers jurassiques qui se rapportent probablement à des espèces rugueuses. Ce sont entre autres :

Explanaria alveolaris, Lithodendron plicatum et *mitratum, Lithostrontion basaltiforme.*

M. Koby a eu le bonheur de trouver dans les assises jurassiques supérieures du Jura bernois une certaine quantité de polypiers d'une conservation parfaite, et, après étude de ce matériel, il peut se prononcer d'une manière absolue sur leur place systématique.

Les caractères qui séparent les *Hexacoralliens* des *Tetracoralliens* siègent principalement dans le mode de développement successif des cloisons. Voici comment s'est opérée cette formation des cloisons dans les échantillons de M. Koby.

D'abord un jeune calice représente un tube peu élevé et parfaitement lisse, mais bientôt il se forme sur une partie quelconque du bord interne une cloison épaisse et élevée, s'avançant dans l'intérieur de la chambre jusque bien près du bord opposé. Cette cloison n'a pas pour seul effet de diviser la chambre en une moitié droite et une gauche, mais aussi en une partie antérieure et une postérieure; car, à partir de ce moment, les cloisons naissent par deux symétriquement dans chaque moitié gauche et droite, et de telle sorte que celles qui se trouvent dans la partie postérieure, opposée à la grande cloison, restent rudimentaires, quelquefois à l'état de simples stries, tandis que les cloisons de la partie antérieure deviennent grandes, s'avancent vers la cloison principale en s'arquant légèrement dans son voisinage et en finissant par se souder avec elle vers son bord interne. Il en résulte que le calice n'est plus divisé en chambres égales, rayonnant autour d'un axe central réel ou imaginaire, comme c'est le cas chez les Hexacoralliens, mais que l'espace interne est occupé pour les trois quarts par une sorte

d'éventail, s'appuyant sur une très grande cloison médiane, tandis que le reste représente une cavité semi-lunaire creuse ou divisée incomplètement par des cloisons rudimentaires. Ces lois sont identiques à celles établies par MM. Dybowski et Kunth sur les coraux rugueux paléozoïques. Mais il y a encore une concordance parfaite sur tous les autres points : ainsi, le même aspect de la muraille externe qui est souvent étranglée, parfois double, le même mode de multiplication par bourgeonnement inter et extracalicinal.

Ces coraux rugueux se rencontrent dans l'*épicorallien* de la Caquerelle et des environs de Bâle, dans l'*astartien* de Bressancourt et dans les couches coralligènes du *ptérocérien* de Valfin.

Jusqu'à présent M. Koby a trouvé une douzaine d'espèces bien caractérisées; elles seront décrites et figurées dans les Mémoires de la Société paléontologique suisse.

M. A. Baltzer expose quelques observations *sur le Löss du canton de Berne.*

Jusqu'à aujourd'hui le löss n'a été trouvé en Suisse que sur un nombre de points relativement restreint, par exemple : Aarau, Bâle, Wartau et Schollberg dans le Rheinthal (Saint-Gall); on croyait même que dans le voisinage immédiat des Alpes il n'était que faiblement représenté ou manquait complètement.

Cette considération doit être modifiée depuis que six stations de löss ont été récemment trouvées dans le canton de Berne.

Voici les noms de ces six localités avec leurs altitudes absolues.

Kosthofen . . . . circa 500m

Münchenbuchsee	circa	560m	
Kehrsatz (deux stations) . .	»	586m	à l'inférieure.
Wyl	»	710m	
Höchstetten	»	730m	

D'après M. de Fellenberg le löss de Kosthofen [1] est finement stratifié, jaune clair, contient de belles concrétions appelées *poupées du löss* (Lössmännchen), mais pas de mollusques. Il repose sur la mollasse d'eau douce inférieure et se trouve probablement couvert par le terrain glaciaire non stratifié. Puissance 3m.

Le löss de *Wyl* [2] est une argile un peu calcaire, sableuse, en partie gris clair, en partie blanchâtre, avec les poupées typiques mais petites. Puissance 3 $^1/_3$m. La faune déterminée par M. le professeur Mousson consiste en 10 espèces de *Helix* auxquelles s'ajoutent les genres *Succinea*, *Patula*, *Zua*, ce qui porte à 16 le nombre des espèces, toutes vivant encore aujourd'hui en Suisse mais différant des formes de la plaine. Elles annoncent un climat semblable à celui que nous avons chez nous entre 1500 et 2100m. (Par exemple : la Patula ruderata Studer est une forme alpine.) Ce löss est recouvert d'une mince couche d'erratique; il est utilisé pour la fabrication de briques de moindre qualité.

Le löss de *Hœchstetten* se présente comme celui de Wyl.

Le löss de *Kehrsatz* (4 $^1/_2$-6 de puissance) de même nature pétrographique que le précédent, a davantage de bancs tuffeux, ainsi qu'une grande fréquence de *poupées*. Les mollusques au contraire n'appartiennent plus aux

[1] *Mittheilungen der naturf. Gesell. in Bern* 1885, p. 34.

[2] Baltzer, ibid., p. 26.

variétés des grandes altitudes, mais se rapprochent plutôt de celles de la plaine. A côté des espèces de Helix on trouve aussi trois espèces de *Clausilia* et *Bulimus montanus*.

D'après Mühlberg, le löss *d'Aarau* repose sur les deux terrasses supérieures du fleuve et plus haut; il n'est pas stratifié du tout, présente l'aspect de lehm sableux, brun jaunâtre, avec environ 6^m de puissance, et contient, par place, des coquilles. Mühlberg lui assigne une origine éolienne.

Le löss de *Wartau*, situé à environ $450\text{-}500^m$ d'altitude, contient, suivant Mousson, 21 espèces de mollusques, parmi lesquelles quelques formes alpines ; son dépôt, de nature fluviatile, peut remonter à la fin de l'époque glaciaire. Il repose sur l'erratique.

Sans entrer dans plus de détails sur ces gisements, M. Baltzer veut consigner ici les résultats de son étude du löss dans le canton de Berne.

Il n'est pas exact de prétendre à l'absence du löss dans le voisinage immédiat des Alpes. Dans le canton de Berne plus spécialement il a été découvert sur six points et se retrouverait facilement en d'autres lieux si l'on cherchait.

Notre löss bernois est un lehm assez calcaire, peu solide, blanchâtre ou jaunâtre, avec des concrétions et une stratification généralement peu accusée (excepté Kosthofen).

Le löss suisse appartient à différents âges.

Cela ressort tout d'abord de sa position : A Wyl et Kosthofen il gît *sous* l'erratique, dans le Rheinthal *sur* l'erratique et près d'Aarau *sur* les graviers des terrasses du fleuve.

Cela ressort encore de la faune : Le löss de Wyl et

de Höchstetten, à un niveau de plus de 700^{m}, contient des espèces mollusques vivant encore aujourd'hui, dont plusieurs présentent un type alpin et qui correspondent à une altitude de 1500 à 2100^{m}. Le löss de Kehrsatz, identique comme matériel, contient des espèces de la plaine; celui de Wartau possède, semble-t-il, moins de formes alpines que celui de Wyl.

Il suit de là que celui de Wyl, Höchstetten, est *glaciaire*, celui de Kehrsatz *postglaciaire*, enfin celui de Wartau occupe peut-être une position moyenne entre ces deux.

Il va de soi, d'après cela, que le mot löss ne s'applique pas dans un sens *stratigraphique* mais seulement dans un sens *pétrographique*.

Quant à son origine, toute explication par une action éolienne doit être repoussée pour le löss bernois. En effet on ne voit pas comment, avec des terrains extraordinairement coupés, le manque de plateaux et le faible affouillement du löss, le vent aurait pu jouer un rôle quelque peu considérable.

M. Baltzer finit en analysant les rapports intimes qu'il y a entre le löss et l'époque glaciaire, car sa formation, comme il l'a déjà fait remarquer, se rapporte, pour une part, à cette période remarquable; les matériaux de formation seraient provenus des moraines et des décombres erratiques. Les stations étudiées du löss sont *entourées de terrain erratique.*

L'orateur discute encore la possibilité de la formation du terrain qui nous occupe, par un dépôt lentement effectué dans les anses tranquilles des anciens cours d'eau et bassins lacustres glaciaires dont le nombre est assez considérable dans la région des collines. Une formation de ce genre peut être assignée à certains cas (Kosthofen).

Pour plusieurs des cas cependant, l'existence d'une faune essentiellement terrestre et d'autres faits encore s'y opposent.

M. Baltzer complètera ses observations et continuera ses communications, surtout sur le mode de formation, dans les *Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern.*

M. Renevier parle des *facies abyssaux,* c'est-à-dire de mer profonde, de nos Pré-alpes pendant l'ère secondaire. Il considère comme tels :

1° Le *calcaire gris* qui dans plusieurs de nos chaines représente tout le *malm* ou jurassique supérieur, sans distinction possible d'étages, et qui ne contient que de très rares fossiles, de types pélagiques, qui peuvent fort bien être tombés de la surface dans les hauts-fonds *(Belemnites, Aptychus,* etc.).

2° Les *couches rouges crétaciques* qui rappellent les limons rouges des hauts-fonds, et dont les débris organiques sont encore plus rares.

Au sud de Wimmis on n'y a jamais trouvé jusqu'ici qu'un seul fossile, une dent de squale de grande taille, *Carcharodon longidens,* découverte par M. Pillet dans la vallée d'Abondance.

3° Entre ces deux terrains, qui forment en général les synclinales de nos Pré-alpes, dans le Chablais, le Bas-Valais, Vaud et Fribourg, on trouve souvent du néocomien, à l'état de calcaire compact gris, à taches foncées parsemé d'un grand nombre de rognons de silex. Ces rognons et l'extrême rareté des fossiles peuvent le faire considérer aussi comme un facies abyssal, mais peut-être un peu moins profond. Ce néocomien se rencontre habi-

tuellement dans les premières chaines, soit les synclinales les plus extérieures des Pré-alpes, celles de Memise, de la Dent d'Oche, etc... Mais un peu plus avant, dans les synclinales suivantes, ce néocomien n'existe plus, et les couches rouges reposent directement sur le malm.

Y a-t-il réellement lacune de sédimentation pendant la période crétacique, ou bien les couches rouges, de plus en plus épaisses dans les chaînes plus intérieures, représenteraient-elles peut-être l'ensemble des terrains crétaciques.

Une observation faite dernièrement de concert avec M. Rittener, dans le haut de la vallée du lac Taney (Bas-Valais), ferait incliner M. Renevier vers cette dernière supposition !

Près des Chalets de Crétet, dit-il, nous avons constaté le contact immédiat du malm avec les couches rouges crétaciques. dans des circonstances de netteté remarquables. Le passage d'un terrain à l'autre est là tout à fait insensible, sans aucune limite précise. Le calcaire gris du malm devient de plus en plus marneux et prend petit à petit une teinte rougeâtre. On voit, sur une faible épaisseur, plusieurs alternances successives de bancs rougeâtres et grisâtres, avant d'arriver aux bancs bien rouges. La stratification paraît avoir été parfaitement continue. Si c'est le cas il faut nécessairement que dans cette région les couches rouges représentent déjà les sédiments abyssaux de l'époque néocomienne et par conséquent tout le crétacique.

Cette hypothèse n'a rien en soi d'extraordinaire.

M. Schardt a déjà fait remarquer que, contrairement à l'interprétation habituelle des faits, les couches rouges doivent représenter le crétacique moyen, aussi bien que le

supérieur, puisqu'on ne trouve jamais de gault au-dessous d'elles. Dans ces chaînes intérieures des Cornettes, etc., il est logique de leur donner une valeur encore plus extensive, et de les considérer comme une formation abyssale continue pendant toute la période crétacique.

M. Rollier présente 10 coupes des chaînes méridionales du Jura bernois en annonçant une étude détaillée sur cette contrée, étude qui débute par la *structure du Chasseral* et l'examen de ses assises oolithiques.

La coupe du Chasseral a été fournie à Thurmann par Hisely de Neuveville et elle est publiée dans les mémoires de Greppin accompagnant la carte géologique F. VII. Cette coupe est très inexacte et faite de mémoire; d'après ce document, le seul qui mérite ce nom, on se représente le Chasseral comme une simple chaîne de second ordre, selon Thurmann, avec une voussure ou dôme oolithique dans le milieu d'une combe oxfordienne. Les recherches de M. Rollier sur cette montagne lui ont fait voir qu'elle se compose essentiellement de trois plis juxtaposés et qu'en outre le dôme oolithique dans la région la plus élevée est un double pli bathonien et callovien avec un reste de spongitien dans la synclinale intermédiaire. Cette structure se vérifie facilement en montant le sentier escarpé qui conduit des Auges Fussmann à la Métairie du milieu de la Neuveville, où l'on rencontre quatre fois la dalle nacrée plongeant différemment, tantôt sud tantôt nord, et dont les angles ont été mesurés pour la construction de la coupe. Les couches sus et sous-jacentes ont été reconnues avec soin et présentent dans le jurassique moyen la série suivante :

Callovien.	Fer sous-oxfordien ou Couches à ornatus,	1^m.
	Dalle nacrée.	$20\text{-}30^m$.

Bathonien.
- Calcaire roux sableux avec Acanthothyris spinosa, 15-20m.
- Forest marble ou Pierre blanche, 20m.
- Marnes à Homomyes avec Pholadomya Murchisoni (Sow.). Ammonites Parkinsoni (Sow.) Belemnites giganteus (Schl.) et un Cardium à déterminer, 25m.
- Grande oolithe.

La grande oolithe est visible en plusieurs points à la Métairie du milieu, où le dôme oolithique est simple et où se trouve le point le plus bas des affleurements. En un point relativement rapproché, dans la voussure oolithique de Montpéreux (Convers) se trouve exactement la même série, complétée encore, en continuant par les marnes à *Ostrea acuminata,* le calcaire à Polypiers, les couches de la Roche pourrie, équivalent de l'oolithe ferrugineuse, comme MM. Desor et Gressly l'ont fait connaître. Ce qui a passé inaperçu à ces observateurs, c'est l'existence, en cette région, de la Forest marble ou Pierre blanche entre le calcaire roux sableux et les marnes à Homomyes, ce qui est un fait intéressant à signaler.

On a également ignoré jusqu'ici l'existence du calcaire d'eau douce supérieur ou *Oeningien* dans le Val de St-Imier, à la colline de Rainson près de Courtelary où se trouve une superposition de ce calcaire sur les sables et les grès de la mollasse marine ou helvétien.

Les affleurements ne sont pas considérables, mais cependant les blocs d'un calcaire gris, siliceux, fétide qu'on retire du sol livrent toute la série de fossiles d'eau douce propres à ce niveau et servent à le déterminer.

M. Schardt donne connaissance des observations qu'il a faites sur l'*origine des cargneules.*

On désigne sous le nom de *cargneules* ou *corgneules*

(Rauchwacke), des roches dolomitiques à structure vacuolaire ou celluleuse, dont l'aspect rappelle beaucoup celui du tuf. Les vacuoles de cette roche ayant habituellement la forme de chambres polyédriques, on lui donne aussi le nom de *dolomie cloisonnée*. Selon toute apparence ces creux sont dus à la disparition de fragments de roches entièrement dissous par l'eau et dont il ne reste qu'un peu de poussière. On constate, en effet, que les cargneules sont surtout vacuolaires à la surface, et qu'à mesure qu'on les entame, soit par une tranchée, soit par une exploitation, la structure vacuolaire fait place à une structure *bréchiforme* très manifeste. Ce fait est très connu du reste. La cargneule vacuolaire est donc une modification de la cargneule bréchiforme. Dans celle-ci, les fragments qui semblent former la brèche sont souvent très friables, presque pulvérulents, et sont séparés par une masse beaucoup plus dure qui tient lieu de ciment. Ce ciment a souvent une structure finement cristalline comme les dépôts stalactitiques.

Des analyses entreprises par divers savants, ont du reste démontré que les fragments pulvérulents sont d'une composition très voisine de la dolomie ($Ca\ Mg\ C^2O^6$); tandis que la masse qui les réunit ne renferme que fort peu de carbonate de magnésie.

Si l'on examine attentivement des fragments de cette brèche, on remarque dans certains échantillons que la structure n'est pas sans régularité; on constate que les parois qui séparent les fragments sont sensiblement parallèles et s'entrecroisent, suivant trois directions, de manière à former des chambres parallélipipèdes, forme qu'ont aussi les fragments dolimitiques qui les remplissent. Cette régularité n'est cependant qu'exceptionnelle,

et le plus souvent la structure des cargneules est celle d'une *brèche* dont les fragments polyédriques sont irrégulièrement disposés.

Toutefois cette orientation des fragments de dolomie dans la cargneule indique clairement le mode de formation de cette roche, mode de formation qu'on a souvent interprété des manières les plus diverses et les plus invraisemblables.

Les cargneules sont accompagnées, partout où elles existent, de roches dolomitiques, soit de dolomies, soit de calcaires dolomitiques.

M. Schardt a constaté, en examinant soigneusement ces roches, que, dans la plupart des cas, elles étaient divisées, suivant trois directions différentes, par des fissures microscopiques que M. Daubrée désigne sous le nom de *leptoclases*. Que ces fissures soient, à l'œil nu, visibles ou non, les calcaires dolimitiques se brisent presque invariablement en parallélipipèdes. Il n'y a donc plus de doute que cette fissuration ne soit la conséquence des dislocations qu'ont subies les roches.

Les cargneules sont rarement stratifiées, comme c'est le cas des calcaires dolomitiques ; elles paraissent en outre irrégulièrement disposées sur les affleurements de ces derniers.

En rapprochant maintenant les deux observations, celle de la structure régulière de certaines cargneules et celle de la fissuration des dolomies qui les accompagnent, on sera conduit presque involontairement à la conclusion suivante :

Si un banc de calcaire dolomitique, fendillé par des leptoclases, subit une légère dislocation qui a pour conséquence un écartement ou même une désorientation des

fragments, ceux-ci n'auront qu'à être recimentés par des infiltrations calcaires (qui seront dans le présent cas toujours plus ou moins dolomitiques), et il en résultera une roche identique à la cargneule. »

Le fait semble s'être passé ainsi dans la plupart des gisements de cargneules des Alpes vaudoises [1].

Les échantillons de roches les plus typiques qui paraissent confirmer cette théorie aux yeux de M. Schardt, proviennent du col de l'Alliaz; du Cubly, sur Montreux, et du val de la Tinière, près Villeneuve, où la cargneule et les calcaires dolomitiques sont inférieurs au rhétien.

Il existe cependant des gisements de cargneules où cette roche semble s'être formée aux dépens de calcaires dolomitiques *liasiques* et *jurassiques*. En effet, le mode de formation indiqué ne suppose qu'une seule roche dolomitique fendillée et l'action d'eaux calcaires; or on sait que les roches dolomitiques se trouvent à tous les niveaux.

Sans vouloir plus longuement développer les conclusions et déductions pouvant s'attacher à ce qui vient d'être dit, M. Schardt se résume comme suit :

1° Les cargneules dérivant des dolomies ou roches dolomitiques sont à vrai dire des *roches récentes* formées postérieurement au redressement des couches qui leur ont donné naissance. Elles peuvent se rencontrer à tous les niveaux géologiques.

2° Il ne serait pas bon de les séparer de la roche qui les a engendrées, par le fait qu'elles se trouvent toujours dans le voisinage de celle-ci.

[1] M. Schardt tient à faire remarquer que c'est M. Sylvius Chavannes qui, le premier, a donné à certaines cargneules une origine analogue, en attribuant la fragmentation de la roche dolomitique au fendillement par dessiccation (*Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1874, v. XII, 110).

3° Le mode de cimentation des fragments explique l'état friable de ceux-ci. Ils ont dû perdre par l'action des eaux d'infiltration une partie de leur carbonate de chaux ; de là leur composition voisine de celle de la dolomie.

4° La théorie exposée fait voir aussi pourquoi ces cargneules se trouvent de préférence le long des lignes de fracture.

5° Loin d'être une base certaine dans l'étude des terrains, les cargneules sont plutôt un réel embarras, car elles sont identiques à tous les niveaux, mais se trouvent plus fréquemment en dessous du rhétien à cause de l'épaisseur considérable des calcaires dolomitiques à la base de ce terrain.

6° M. Schardt excepte pour le moment et considère comme un type particulier de cargneules, les cargneules polygéniques du flysch (éocène), qui ne sont autre chose qu'une brèche stratifiée, riche en fragments dolomitiques et devenue vacuolaire par des eaux d'infiltration (Voir *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, vol. XX, p. 44 etc.).

Beaucoup de cargneules sont dues à des fragments de dolomie éboulés et recimentés; elles renferment alors des roches variées, dont on peut constater la présence dans le voisinage. Ces roches, réellement récentes, se rapprochent beaucoup du type éocène quant à l'aspect, mais passent insensiblement à la cargneule purement dolomitique.

M. Gilliéron fait un compte rendu verbal des excursions géologiques dans le Val-de-Travers, le val de Morteau et le vallon du Locle.

M. Rollier met sous les yeux de la Société quelques échantillons de fossiles siliceux traités par l'acide chlorhydrique.

M. DE TRIBOLET montre une des deux copies qui ont été faites de la carte de A. Guyot sur la *distribution des espèces de roches dans le bassin erratique du Rhône.*

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

Président : M. le prof. Hermann FOL.
Secrétaire : M. Pierre de MEURON.

Victor Fatio, Corégones de la Suisse. — Le même, Travaux de la Commission ornithologique. — Émile Yung, Influence des milieux physico-chimiques sur le développement des animaux. — Louis Soret, Rôle du sens du toucher dans la perception du beau, particulièrement chez les aveugles. — Le même, La grâce dans les mouvements. — Imhof, Faune profonde et pélagique de divers lacs de la Suisse. — Le même, Faune de nos eaux. — Hermann Fol, Conditions d'existence, sous le rapport de la lumière, des animaux aquatiques vivant dans les grandes profondeurs. — Emery, Sur la lumière des Lucioles. — Auguste Forel, Origine du nerf acoustique. — Herzen, A propos des observations de Laborde sur la tête d'un supplicié.

Dans la première séance générale, M. le Dr Victor FATIO, de Genève, entretient l'assemblée des résultats de l'étude qu'il poursuit, depuis quinze ans, *sur les Corégones* (*Féras, Felchen,* etc.) *de la Suisse.*

Toutes les nombreuses variétés qu'il a constatées dans 16 lacs du pays doivent dériver de deux types marins primordiaux, probablement emprisonnés dans nos divers bassins, au nord des Alpes, lorsque, après la grande inondation de l'époque glaciaire, les communications avec la mer devinrent trop étroites et accidentées pour plusieurs poissons peu aptes à lutter contre les courants.

Il a enfin réussi à grouper nos 24 formes enchevê-

trées dans deux espèces bien distinctes, qu'il nomme *Coreg. dispersus* et *C. Balleus*, entre lesquelles se trouvent deux composées, les *C. Suidteri*, de Sempach, et *C. hiemalis* (Jurine), du Léman, qui pourraient bien n'être que des dérivés anciens de l'une des précédentes combinées avec un représentant de l'autre peu à peu disparu.

Ce qui a surtout conduit M. Fatio dans le débrouillement de ce chaos, jusqu'ici inextricable, c'est la constatation; *a*) de la faculté, propre à certaines sous-espèces, de se présenter, en divers lacs, sous deux *formes jumelles* de tailles parfois très différentes; *b*) de la création de nombreux *bâtards*, partout où se rencontre communauté de date et de lieu de frai.

En terminant, l'orateur signale tout particulièrement, parmi ses nombreuses observations, celles qui ont trait aux lacs jurassiques les plus rapprochés de Bienne, Neuchâtel et Morat. Selon lui, les *Palées de bord* et *de fond*, qui frayent dans des conditions et à des époques très différentes dans le lac de Neuchâtel, doivent rentrer également, au même titre de simples variétés, dans le *Cor. Balleus*; tandis que la *Bondelle* ne serait qu'une des petites formes du *C. dispersus*, ayant pris, par le fait des conditions, dans les lacs de Bienne et de Neuchâtel, un développement beaucoup plus grand que la forme majeure, par contre conservée, sous l'un de ses nombreux aspects, dans le lac de Morat, où la véritable Bondelle fait défaut. — La dite forme majeure, bien que relativement très rare, peut être même destinée à disparaître à Bienne et à Neuchâtel, a été cependant reconnue par M. Fatio, confondue par les pêcheurs, dans ces deux lacs, avec les jeunes Palées, sous les noms communs de *Balch-Pfœrrit*, petite Palée ou *Gibbion*. — De nombreux bâtards se

rencontrent enfin dans ces deux derniers lacs, provenant du mélange, dans des conditions de frai analogues, des Palées de fond (*C. Balleus, Palea*) avec les représentants, majeurs surtout, du *C. dispersus.*

Il est intéressant de voir combien les influences de milieu ont pu, dans un espace aussi limité, modifier profondément les premiers types emprisonnés naguère dans nos eaux.

Après cela, M. Fatio dit quelques mots des premiers travaux de la *Commission ornithologique,* nommée par le Département fédéral du commerce et de l'agriculture, pour donner satisfaction aux vœux émis par le Congrès international de Vienne, en 1884.

Trois sortes de tabelles d'observations ont été composées dans ce but par MM. V. Fatio et Th. Studer, pour récolter, dans diverses conditions, des données sur les passages, la distribution géographique, la multiplication et l'alimentation des différents oiseaux qui visitent ou habitent le pays.

La première de ces tabelles est un *Catalogue questionnaire des oiseaux observés en Suisse,* en latin, allemand, français et italien, destiné à collecter surtout des observations de distribution géographique de nos espèces, en différentes saisons, localités et altitudes.

La seconde a pour but de diriger des observations exactes, à la fois *ornithologiques et météorologiques,* à faire, en vue de l'étude des migrations et des agents naturels qui régissent l'instinct, dans un grand nombre de stations déjà déterminées, non seulement sur les cols les plus élevés de nos Alpes, mais encore dans différentes conditions et à différents niveaux, au N. S. E. et O. du pays.

La troisième pose aux ornithologistes suisses un cer-

tain nombre de questions relatives à *la multiplication et à l'alimentation* des oiseaux, pour établir plus sûrement les bases rationnelles d'une bonne loi internationale de protection.

M. Fatio exprime l'espoir que bientôt, par la comparaison des observations faites simultanément en tous pays, l'on arrivera, enfin, à la solution aussi utile qu'intéressante de bien des problèmes scientifiques et pratiques jusqu'ici des plus obscurs.

M. Emile YUNG, de Genève, a présenté un résumé de ses recherches expérimentales relatives à *l'influence des milieux physico-chimiques sur le développement des animaux,* dont il a déjà à plusieurs reprises entretenu la Société. On se souvient que M. Yung s'est donné pour tâche d'étudier le rôle joué par chacun des éléments, température, intensité lumineuse, couleur, pression, densité, alimentation, etc., qui dans leur ensemble constituent le *milieu,* dans les variations que subissent les êtres vivants. Après avoir rappelé les conclusions auxquelles il est arrivé précédemment, il communique à la Société de nouveaux résultats.

Il paraît suffisamment établi par les recherches classiques de Paul Bert, Félix Plateau et autres, que le chlorure de sodium est parmi les sels que renferme l'eau de la mer, celui qui est le plus nuisible aux animaux d'eau douce. M. Yung a eu l'occasion de confirmer ce fait une fois de plus. Il a toujours vu les Batraciens, par exemple, mourir plus rapidement dans une solution de chlorure de sodium, de même densité que l'eau de mer, que dans un même volume de cette dernière.

Mais M. Yung a jugé plus utile d'étudier l'action des

sels de la mer dans leur ensemble et dans les proportions où ils se rencontrent normalement. Il a dans ce but simplement évaporé à siccité une quantité suffisante d'eau de la Méditerranée et il a employé le résidu pour la fabrication des milieux expérimentaux. Quoique ayant expérimenté sur trois types fort différents, l'*Hydra viridis*, le *Daphnia pulex* et les larves de *Rana esculenta*, M. Yung ne communique, pour le moment, que les résultats obtenus sur ces dernières.

Un têtard de grenouille plongé dans l'eau de mer y meurt ratatiné et comme desséché au bout de 3 à 20 minutes, selon son âge, et les œufs déjà embryonnés n'y éclosent pas. Dans une solution de sels marins à 1 p. 100, un têtard succombe au bout de quelques heures, toutefois il peut s'adapter à ce milieu, si on l'y prépare par un séjour dans une série de solutions moins concentrées à 2, 4, 6 et 8 p. 1000.

M. Yung a suivi le développement complet de têtards frères, placés en nombre égal dans des solutions graduées comme il vient d'être dit; et il a constaté que les larves se sont développées *d'autant plus lentement que la solution était plus concentrée*. La première grenouille parfaite est apparue en moyenne 17 jours plus tôt dans l'eau douce que dans l'eau renfermant 9 pour 1000 de sels marins. Les différents stades évolutifs (disparition des branchies externes, apparition des membres) se sont manifestés avec des retards correspondants.

D'ailleurs, les têtards ne se développent pas dans une solution saline supérieure à 1 p. 100, à moins qu'ils ne soient placés sur un appareil agitateur dont M. Yung montre une photographie et qui communique constamment à l'eau un mouvement de vague.

M. Yung relate aussi les expériences entreprises dans le but d'apprécier l'influence *du nombre des individus* contenus dans un même vase et *de la forme* de ce vase sur le développement des larves. Les résultats de quatre séries d'expériences sont les suivants :

1° *La durée du développement des larves de grenouille est d'autant plus longue que leur nombre est plus grand dans une même quantité d'eau, la nourriture étant d'ailleurs en surabondance.*

2° *Les larves de grenouille se développent d'autant plus rapidement que, toutes choses égales d'ailleurs, le diamètre et par conséquent la surface d'aération des vases dans lesquels on les place est plus considérable.*

3° *A égalité de surface d'aération, le développement des larves est d'autant plus rapide que le volume de l'eau est plus grand.*

Enfin M. Yung a constaté que si on examine la sexualité de 100 larves de *Rana esculenta,* prises au hasard dans un marais au mois de juin ou de juillet, époque à laquelle les têtards achèvent leurs métamorphoses, on trouve à peu près autant de mâles que de femelles, mais si on élève les larves en les nourrissant d'une manière spéciale, si on les alimente en particulier avec de la viande exclusivement, les jeunes grenouilles auxquelles ces larves donnent naissance, sont en immense majorité des femelles. Il y a là une preuve que le sexe n'est pas décidé au moment de la fécondation et que l'on peut par une nutrition spéciale des jeunes les sexuer tous, ou à peu près, dans un même sens. Il est vrai que M. Yung n'a pas réussi jusqu'ici à trouver les conditions d'une production exclusive d'individus mâles.

Dans la seconde assemblée générale, M. le prof. Louis Soret fait deux communications sur des questions qui touchent à la fois à l'esthétique et aux sciences naturelles.

La première de ces communications a pour objet, *le rôle du sens du toucher dans la perception du beau, particulièrement chez les aveugles.*

Les jouissances esthétiques se développent généralement en nous par l'intermédiaire de nos sens ; quelques auteurs pensent que parmi nos cinq sens, il n'y en a que deux, la vue et l'ouïe, qui soient propres à remplir cette fonction, M. Soret démontre que cette faculté appartient aussi au sens de toucher quoique d'une manière plus restreinte. Après quelques considérations tendant à prouver que le toucher a déjà une part dans les impressions esthétiques des hommes à l'état normal, et mieux encore chez les sourds-muets, M. Soret expose avec plus de développement ce qui se passe chez les personnes privées de la vue; il rapporte les observations qu'il a faites sur des aveugles de naissance et rend compte des renseignements qui lui ont été obligeamment fournis à l'Asile des aveugles de Lausanne par M. le Dr M. Dufour et par M. et Mlle Hirzel.

Les aveugles sont généralement accessibles à la beauté de forme des objets qu'ils manient et dont les uns leur plaisent, les autres leur déplaisent. En analysant sur quoi sont basées ces impressions esthétiques, on trouve qu'elles reposent à peu près sur les mêmes éléments que chez les personnes à l'état normal. — Comme caractères purement *physiques*, c'est la symétrie, la répétition de dessins et d'ornements semblables, la continuité des surfaces et des lignes qui frappent agréablement soit les voyants par

l'intermédiaire de la vue, soit les aveugles par l'intermédiaire du toucher. M. Soret en cite de nombreux exemples et fait remarquer que le défaut de ces caractères entraîne de même une sensation de laideur. — Comme caractères de l'ordre *intellectuel*, on retrouve une similitude analogue; par exemple, dans un objet d'art, l'emploi d'attributs, d'ornements rappelant la destination de l'objet, constitue un des moyens les plus en usage pour produire, à la vue, une impression esthétique ; or les aveugles éprouvent, au toucher, un sentiment tout pareil. — Quant à l'appréciation de la beauté humaine, elle est plus rare chez les aveugles par la raison toute simple qu'ils ne peuvent habituellement tâter de leurs mains les personnes en présence desquelles ils se trouvent; ils manquent donc d'éducation et d'exercice à cet égard. Cependant on a un exemple très concluant de la possibilité de cette appréciation chez un aveugle sourd-muet de l'Asile de Lausanne. Cet être, si dépourvu de moyens de relation avec le monde extérieur, est doué d'une vive intelligence et d'un sentiment artistique très développé. On lui accorde à l'Asile de Lausanne la privauté de palper les personnes avec lesquelles il est en relation. Il a pu ainsi acquérir par l'expérience une notion très nette de la beauté humaine. L'auteur de la communication en cite quelques exemples frappants.

M. Soret conclut que, sous quelques réserves, les impressions esthétiques engendrées par la sculpture et les arts décoratifs sont accessibles aux aveugles, et que cette faculté pourrait être développée chez eux par une éducation convenable, de manière à leur ouvrir un champ nouveau de jouissances relevées.

La seconde communication de M. Soret est consacrée à l'examen de ce qui constitue *la grâce dans les mouvements*, spécialement dans les mouvements de l'homme.

Une première condition que doit remplir un mouvement pour être gracieux, c'est qu'il soit approprié à son but. Un athlète qui lance une lourde pierre ou tout corps pesant, effectue un mouvement violent qui néanmoins peut être gracieux parce qu'il est nécessaire. Le même mouvement employé pour jeter une fleur ou tout autre corps léger serait absolument disgracieux, parce qu'il serait exagéré. C'est là comme une application du principe général *de la moindre action* dont il semble que nous ayons une notion intuitive.

Une seconde condition de la grâce dans les mouvements c'est que la trajectoire des divers points du corps et particulièrement de ceux sur lesquels se dirige le plus fortement l'attention, forme une ligne présentant des caractères esthétiques tels que la continuité [1], la symétrie, la périodicité. C'est ce que M. Soret a cherché à constater par l'expérience.

Les mouvements gracieux les plus propres à cette étude sont ceux que l'on effectue dans la danse. — Supposons un danseur exécutant divers pas en s'avançant sur une ligne droite : on peut obtenir le tracé graphique de la trajectoire d'un point quelconque de son corps en y fixant une petite lampe électrique à incandescence et en prenant une épreuve photographique pendant le mouvement [2].

[1] La continuité doit s'étendre aux variations de vitesse du point considéré.

[2] Voyez pour les details du procédé la note de M. Soret, intitulée : Sur la détermination de la trajectoire d'un point du corps humain. *Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, séance du 20 juillet 1885 et *Archives*, juillet 1885, t. XIV, p. 94.

Le point du corps sur lequel se dirige le plus habituellement l'attention, est la tête qui, d'ailleurs, par sa position dans le plan de symétrie du corps et par sa mobilité en tous sens, présente de bonnes conditions pour cette étude.

On sait déjà d'après les observations de quelques physiologistes, que dans la marche ordinaire qui peut être rangée parmi les mouvements gracieux, la trajectoire de la tête ne s'écarte pas beaucoup d'une ligne droite, mais présente cependant des sinuosités régulières et sensibles. Dans la course, les oscillations verticales s'accentuent et la courbe se rapproche d'une sinusoïde ordinaire. Les expériences de M. Soret ont confirmé ces faits comme le montrent les épreuves photographiques présentées à la Société.

Dans divers pas de danse [1] on arrive à des résultats analogues, c'est-à-dire à des trajectoires régulières et continues.

Par exemple dans le *pas de valse* la courbe est une sorte de sinusoïde présentant alternativement une grande sinuosité et une sinuosité plus petite. Dans le *pas de polka* une grande sinuosité est suivie de deux sinuosités plus petites, etc.

Ainsi en ce qui concerne les mouvements de la tête, la trajectoire présente bien les caractères prévus et énoncés plus haut.

Les mouvements du pied viennent en second rang après ceux de la tête; mais ils se prêtent un peu moins bien aux expériences. En effet, on ne peut placer la lampe au point même où se fait l'appui du pied sur le sol, point

[1] Les pas ont été exécutés par M. Ferraris, professeur de danse, qui a prêté son obligeant concours pour ces expériences.

qui serait le plus intéressant à étudier; de plus cet appui s'effectue tantôt sur le talon, tantôt sur la base du gros orteil. Toutefois en fixant la lampe sur le pied on obtient des résultats assez satisfaisants et conformes au principe indiqué précédemment.

Par exemple dans le *pas de zéphir* la trajectoire du pied se compose de grands arcs successifs, correspondant au mouvement que fait le danseur en portant la jambe en avant ; puis ces arcs sont réunis l'un à l'autre par un petit feston correspondant aux mouvements du pied lorsqu'il se pose à terre et se soulève de nouveau après un petit saut : l'ensemble de la ligne plaît à l'œil.

Inversement si l'on étudie un mouvement produisant une impression de raideur, la trajectoire du pied accuse ce caractère. Ainsi dans le *pas d'école* du soldat, la courbe commence par raser le sol presque en ligne droite, puis elle se relève rapidement en dessinant une sinuosité très accentuée, aiguë et inclinée. L'ensemble du tracé n'a rien qui plaise à l'œil.

Dans la seconde assemblée générale, M. le D[r] IMHOF, de Zurich, a fait une communication *sur la faune profonde et pélagique de divers lacs de la Suisse.* A plusieurs reprises déjà les assemblées de la Société helvétique des sciences naturelles ont fourni l'occasion de traiter ce sujet. Il le fut pour la première fois en l'an 1873, à Schaffhouse, par M. le prof. F.-A. Forel. En 1869, ce naturaliste avait déjà publié un mémoire sur ce sujet, dans le *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles,* sous le titre de : « Introduction à l'étude de la faune profonde du lac Léman. » C'est M. F.-A. Forel qui a eu le mérite d'ouvrir à la science ce champ de recherches. Il s'adjoignit

comme collaborateurs pour l'étude de ses matériaux une série de zoologistes et publia les résultats obtenus successivement dans les *Bulletins de la Société vaudoise*; les six séries, comprenant 50 paragraphes, dont la dernière a paru encore en 1882, sont témoins de son activité. L'on sait que le sujet proposé pour le concours du prix Schläfli, à savoir la faune profonde des lacs de la Suisse, a été traité l'année dernière avec succès par deux auteurs, à savoir MM. les prof. F.-A. Forel et Duplessis, dont les travaux ont été couronnés. Les mémoires couronnés ont été insérés dans le dernier numéro des Mémoires de notre Société.

M. Imhof se propose maintenant d'étendre dans un sens plus général nos connaissances sur ces faunes pélagiques et profondes. Il rappelle d'abord en peu de mots les recherches qu'il a faites dans cette direction. En automne 1882, ses travaux commencèrent par la faune pélagique de quelques lacs de Suisse et s'étendirent, l'année suivante, à leur faune profonde. A la fin de juillet 1883, M. Imhof visita quatre lacs du versant méridional des Alpes, à savoir ceux de Lugano, de Côme, de Garde et le lac Majeur. A la fin d'août de la même année, les lacs élevés de l'Engadine supérieure furent l'objet d'une autre excursion. Puis, en octobre, furent collectés des matériaux dans une série de lacs de la Suisse occidentale et de la Savoie. Comme il était d'un intérêt spécial de savoir si, dans les nappes d'eau situées très haut et couvertes d'une croûte de glace pendant plusieurs mois de l'année, la vie animale, celle surtout des infiniment petits, continue toute l'année, M. Imhof se rendit, pendant les vacances de Noël 1883-1884, pour la seconde fois, dans la haute Engadine. En mars 1884, il fit une excursion dans la Suisse occiden-

tale, l'Oberland bernois et la Suisse centrale; en août et septembre, son champ de recherches s'étendit encore davantage, à dix lacs de la haute Bavière et à dix-huit lacs d'Autriche. Sur la table se trouve un exemplaire du tirage à part des Comptes rendus de l'Académie de Vienne, qui contient les résultats relatifs aux lacs autrichiens.

Le nombre total des lacs examinés jusqu'à ce jour par l'orateur atteint le chiffre de 70; ils se répartissent entre les pays suivants : France (Savoie et Jura), Haute-Italie, Suisse (35 lacs), Haute-Bavière, Tyrol, Salzbourg, Haute-Autriche et Syrie. Les matériaux forment une collection de plus de 900 préparations microscopiques qui permet la comparaison immédiate avec les nouveaux matériaux qui peuvent s'ajouter.

M. Imhof expose les résultats nouveaux qu'il a obtenus surtout dans deux directions, et y joint la démonstration de ses nouveaux appareils.

I. *Sur la distribution horizontale et verticale de la faune pélagique dans un seul et même bassin.*

Les idées qui ont cours actuellement sur la distribution verticale de la faune pélagique dans les bassins d'eau douce se résument dans la formule donnée par M. Forel, en 1882, dans un article du *Biologisches Centralblatt*: Les animaux pélagiques exécutent chaque jour une migration, ainsi que M. Weismann et M. Imhof l'ont trouvé en 1874, indépendamment l'un de l'autre; la nuit, ils montent à la surface, le jour, ils descendent dans la profondeur. »

Or, un grand nombre de faits, recueillis par M. Imhof, montrent que cette phrase est trop absolue, car il a rencontré au milieu du jour, par le plus beau soleil, au printemps et en été, en certains endroits au milieu des

lacs, tous les membres de la faune pélagique, à savoir les Protozoaires, Rotateurs, Copépodes et Cladocères — même les Bythotrephes et les Leptodora — immédiatement au-dessous de la surface. A cela il faut ajouter que les recherches faites à la partie supérieure, au milieu et à la partie inférieure d'un lac dénotent des différences dans la composition de la faune pélagique.

M. Imhof passe ensuite aux diverses méthodes que MM. Fric, Forel, Pavesi et Asper ont employées pour reconnaître les lois de la distribution verticale. Tous ces appareils ont l'inconvénient qu'on doit les faire descendre et remonter ouverts, de la couche qu'il s'agit d'explorer, ou tout au moins qu'ils restent ouverts pendant la descente. Le nouvel appareil que l'orateur montre à l'assemblée est un filet pélagique qu'on descend fermé à la profondeur voulue, qu'on ouvre lorsqu'il est arrivé à destination, pour le refermer avant de le remonter. La fermeture est opérée par une valve métallique bien jointe, en sorte qu'on a l'assurance que le contenu du filet provient bien du niveau qu'on a voulu explorer. Les résultats obtenus par ces moyens seront publiés plus tard quand ils seront plus étendus.

Ce genre de recherches a, outre son intérêt scientifique, un double intérêt d'ordre pratique, à savoir pour la pêche et la pisciculture, et, d'autre part, surtout au point de vue de l'emploi des eaux lacustres pour l'alimentation des villes.

II. *Sur la faune pélagique et profonde des lacs alpins élevés.*

M. Imhof a surtout en vue les résultats des recherches qu'il a faites au milieu de l'hiver 1883-84, dans les lacs de la haute Engadine. Dans cette saison ils sont gelés, et il

fallut faire des trous dans la glace pour pouvoir descendre les appareils. L'auteur présente et décrit son nouvel appareil à puiser de la vase qu'il a déjà mentionné dans un mémoire présenté à l'académie de Vienne.

Cette étude, qui n'a pas été faite auparavant, de lacs élevés et couverts de glace a montré qu'une riche faune pélagique et profonde persiste pendant tout l'hiver sous cette couverture. Bien plus, la croûte de glace est une protection pour les animaux des lacs peu profonds, pendant la saison froide. Les recherches faites dans cette direction s'étendent aux lacs suivants : Seelisberg (753 m. au-dessus de la mer), Klönthal (828), Brenet (1009), Saint-Moritz (1767), Silvaplana (1794), Sils (1796) et Carloccio (1908).

L'étude que M. Imhof a pris à tâche de mener à bonne fin, d'un nombre aussi grand que possible de lacs dispersés sur une grande étendue de pays, pourra seule nous faire connaître la distribution géographique, aussi bien horizontale que verticale des membres de cette double faune, et nous fournira une base qui nous permettra de traiter en connaissance de cause les questions relatives aux changements de forme de la croûte terrestre. La démonstration de cette thèse doit être, faute de temps, renvoyée à une autre occasion.

M. le Dr Imhof termine son discours par les mêmes mots qui servirent d'épilogue à la séance d'essai où il traita, en 1883, à l'Université de Zurich, le sujet de la vie animale microscopique dans les lacs de la Suisse : Dans ce champ de recherches microscopiques, un travail approfondi, calme et persévérant peut seul donner des résultats scientifiques de valeur.

Dans la séance de la Section, M. le Dr Imhof de Zurich, a présenté les résultats suivants de ses recherches *sur les faunes de nos eaux.*

1. *Sur les Héliozoaires.* Nous ne savons que peu de chose sur l'existence de ces animaux en Suisse. Perty [1] mentionne les espèces suivantes : *Actinophrys sol* (Ehrbg.), *Act. viridis* (Ehrbg.), une forme nouvelle : *Act. brevicirrhis,* et enfin *Act. difformis* (Ehrbg.). Les seules données qui aient suivi jusqu'à ces tous derniers temps paraissent être celles de Buck [2] qui cite : *Heterophrys myriopoda, Sphærastrum conglobatum, Acanthocystis turfacea* et *Clathrulina elegans* provenant des excavations des tourbières au voisinage du Katzensee, près de Zurich. L'année dernière, Henri Blanc a trouvé *Actinophrys sol* dans la faune profonde du lac de Genève. A ces espèces, M. Imhof ajoute les suivantes qui font aussi partie de la faune suisse :

Actinosphærium Eichhornii, Acanthocystis spinifera et *aculeata, Raphidiophrys pallida.*

La faune profonde de nos bassins d'eau douce est riche en Héliozoaires, surtout en formes pourvues d'un squelette. Une espèce d'Acanthocystis a été rencontrée dans le domaine de la faune pélagique. La faune des puits de pompes, qui a été fort peu étudiée en Suisse et pour laquelle l'auteur a commencé en 1883 à collecter des matériaux, renferme aussi des Héliozoaires. Dans les puits de Zurich et de ses environs ont été rencontrés : *Actinophrys sol, Actinosphærium Eichhornii* et *Acanthocystis spinifera.* (La plupart de ces espèces sont montrées en préparations sous le microscope.)

[1] Kleinste Lebensformen der Schweiz, 1852.

[2] *Zeitschr. f. wis Zool.* Bd. XXX, p. 3.

2. *Sur la faune pélagique et profonde du Seealpsee* dans le massif du Säntis (1143 m. au-dessus de la mer).

Le matériel récolté le 24 juillet 1885, par un élève de M. Imhof avec ses procédés et ses appareils et qui a été en partie conservé, contenait les formes suivantes :

Faune pélagique. Rotifères : *Anurœa longispina* (Kellicott), *Anurœa aculeata* (Ehrbg.), *Conochilus volvox* (Ehrbg.), *Asplanchna helvetica* (Imh.), — Entomostracés : *Cyclops* sp., *Bosmina* sp. — Faune profonde. Comme ce petit lac n'atteint qu'une profondeur de 13 mètres au maximum, le terme ne peut guère y trouver son application. Un nombre extraordinairement grand d'animaux vivent au fond, comprenant : une Hydre, des Turbellariées, des Anguillulides, des Tubificides, des Ostracodes, des Hydrachnides, des larves de Diptères, et des Pisidies.

3. *Sur la faune pélagique du lac des Tallières, de l'étang de Bémont et du lac des Brenets.*

Mettant à profit l'assemblée de la Société helvétique de cette année, M. Imhof est arrivé dès le 6 août au Locle. Il a trouvé :

Lac des Tallières (examen fait le 7 août). — Protozoaires : *Dinobryon sociale* (Ehrbg), *Ceratium hirundinella* (Müller), *Peridinium* sp. — Rotifères : *Anurœa cochlearis* (Gosse). — Cladocères : *Bosmina brevicornis* (Hellich). *Ceriodaphnia* sp. — Copépodes : *Cyclops* sp.

Étang de Bémont (7 août). La coiffe pélagique ne contenait qu'une seule Daphnie, mais le nombre d'individus en était incalculable.

Lac des Brenets (9 août). Protozoaires : *Peridinium tabulatum* (Clap. et Lachm.), *Ceratium hirundinella* (Müller). — Rotifères : *Triarthra longiseta* (Ehrbg.), *Polyarthra platyptera* (Ehrbg.), *Anurœa cochlearis* (Gosse), *As-*

planchna helvetica (Imhof). — Cladocères : *Daphnella brachyura* (Liévin), *Daphnia* sp., *Ceriodaphnia* sp , *Bosmina cornuta* (Jurine), *Bosmina* sp., — Copépodes : *Cyclops* sp.

4. *Quelques recherches faites dans les citernes de la Brévine et de la Chaux-du-Milieu* ont donné des résultats très particuliers qui seront communiqués ailleurs.

5. *Sur les animaux pélagiques de la mer Baltique et en particulier du golfe de Finlande.* Sous date du 30 mars 1885 parut dans les comptes rendus de l'Académie de France une notice de G. Pouchet et J. de Guerne sur la faune pélagique de la Baltique et du golfe de Finlande. Il y est dit (p. 3) : « Enfin la présence de nombreux infusoires et rotifères du genre *Anuræa* vient encore augmenter l'analogie de cette faune avec celle des lacs suisses, récemment explorés, à ce point de vue, par Imhof. » Sur la demande de M. Imhof, M. Jules de Guerne lui envoya obligeamment dix préparations. Les Rotifères qui s'y trouvaient étaient les suivants : *Polyarthra platyptera* (Ehrbg.), *Anuræa cochlearis* (Gosse), *Anuræa aculeata* var. *regalis* (Imhof).

En fait de Protozoaires, M. Imhof trouva une *Dinophysis* et une *Cothurnia* fixées en grand nombre sur des végétaux pélagiques, mais cela seulement dans le matériel pêché entre l'île de Gotland et la Courlande (Ces préparations sont montrées au microscope à la Section).

M. Hermann Fol, de Genève, parle ensuite à la section *sur les conditions d'existence, sous le rapport de la lumière, des animaux aquatiques vivant dans les grandes profondeurs.*

M. Fol donne d'abord un résumé des résultats des

expériences faites par M. E. Sarasin, et lui, afin d'arriver à connaître la limite de pénétration de la lumière, soit dans le lac de Genève, soit dans la mer (Voy. *Archives*, t. XII, p. 599 et t. XIII, p. 444, dans les C. R. des séances de la Soc. de physique, séances du 2 octobre 1884 et du 2 avril 1885). Cette limite s'est trouvée vers 200 m. pour le lac, en hiver, et vers 400 m., dans la mer Méditerranée. M. H. Fol explique le mécanisme de l'appareil qui a servi à ces expériences et qui repose sur l'action antagoniste d'un poids et d'un ressort. La plaque est contenue dans une position horizontale dans une cassette qui reste close tant qu'agit la traction du poids du plomb de sonde. Mais dès que ce poids touche le fond, le ressort entrant en action ouvre l'appareil, et la plaque se trouve exposée jusqu'au moment où l'on rentre la corde et où le plomb s'y trouve de nouveau suspendu.

Les plaques employées sont des plaques sèches au gélatino-bromure rapide de Monckhoven. Ces plaques, exposées derrière un négatif, donnent au clair de lune une image positive, bien venue, au bout de 3 minutes d'exposition. Au bout de 10 minutes d'exposition à l'air, par une nuit claire et sans lune, le révélateur fait apparaître un noircissement très marqué des parties exposées. Ces faits méritent d'être mentionnés eu égard aux expériences exécutées par M. Asper dans les lacs de Zurich et de Wallenstadt. Ce naturaliste, en effet, s'est servi de plaques *tellement insensibles*, qu'elles pouvaient rester exposées, par une nuit éclairée par la lune, dans une cuvette contenant un peu d'eau, pendant plusieurs heures consécutives, sans présenter aucune trace d'impression. Que la faute en fût aux plaques ou à la manière

dont elles ont été développées, toujours est-il qu'elles étaient impropres à ce genre d'expériences. Du reste, malgré cette insensibilité phénoménale de ses plaques, M. Asper a trouvé de la lumière jusqu'au fond même du lac de Wallenstadt (145 m.). Il n'était donc pas arrivé à la limite qui se trouve, en effet, plus bas encore.

M. Fol fait passer les plaques exposées par M. Sarasin et lui, soit dans le lac de Genève, soit en mer, et qui, par leur gradation régulière, sont très démonstratives. Il insiste surtout sur les conséquences qui découlent de ces faits, nouveaux pour la science, pour l'idée que nous nous faisons du genre de vie des animaux marins vivant au delà de 400 m. de profondeur. Il est prouvé qu'ils se trouveraient dans une obscurité absolue, s'il n'existait dans ces profondeurs des sources locales de lumière. Leur existence est démontrée par les yeux dont beaucoup de ces êtres sont munis, et, chose singulière, tandis que les poissons, vivant à 200 ou 300 m., ont de grands yeux comme ceux de nos oiseaux nocturnes, ceux des poissons des abîmes n'ont que des dimensions très ordinaires.

On ne peut guère chercher ces sources de lumière ailleurs que chez les animaux eux-mêmes. A l'inverse des animaux de nos lacs, ceux de la mer sont, pour la plupart, capables d'émettre de vives lueurs. Certains poissons des abîmes, tels que le *Malacosteus niger* et les *Stomias* ont à cet effet des organes spéciaux dont ils doivent se servir. soit pour s'éclairer, soit pour attirer la proie. Ce dernier usage peut seul expliquer la présence d'organes phosphorescents chez des animaux dépourvus d'yeux.

Ces questions de phosphorescence donnent lieu à une discussion nourrie, à laquelle prennent part MM. V. Fatio, F.-A. Forel, Imhof, C. Émery et Fol.

A ce sujet, M. F.-A. Forel, de Morges, annonce *la découverte récente d'une Muscinée,* brillamment chlorophyllée, qui végète à 55 m. de profondeur dans le lac de Genève, dans une localité limitée sur la barre d'Yvoire. M. le prof. Schnetzler, de Lausanne, qui a étudié cette mousse, n'a pas encore trouvé les organes de fructification; sa détermination en est par conséquent encore indécise; l'espèce dont elle se rapproche le plus par son port et sa forme est le *Thamnium alopecurum* (Schimper). Cette découverte étend beaucoup les limites de la flore chlorophyllée lacustre, qui était bornée, par les recherches antérieures, à 25 m. (Forel) et qui doit être ainsi abaissée à 55 m. de profondeur.

M. Emery, professeur à Bologne, communique les résultats de ses recherches *sur la lumière des Lucioles* (*Luciola italica* L.). Les organes lumineux des Lucioles constituent comme ceux des Lampyres des plaques situées immédiatement sous la peau. Ces plaques occupent la face ventrale des deux derniers segments de l'abdomen chez le mâle et seulement une partie de l'avant-pénultième segment chez la femelle qui est beaucoup moins lumineuse. — Ces organes sont constitués chacun de deux couches dont la plus superficielle est assez transparente, tandis que la couche profonde est opaque et d'un blanc de craie à cause d'innombrables concréments uriques dont elle est formée. Ce qui distingue partout l'organe lumineux de la Luciole de celui des Vers luisants ordinaires, c'est la disposition très régulière des éléments qui constituent la couche superficielle. Les grosses trachées qui sont enfouies dans la masse de la couche profonde envoient d'innombrables petits troncs perpendicu-

laires à la surface de l'organe, qui s'avancent jusque tout près de l'hypoderme, en se ramifiant en forme d'élégants arbrisseaux dont chaque branche terminale se bifurque en deux trachées capillaires extrêmement fines et à paroi lisse. Chacun de ces arbrisseaux est noyé jusqu'à la bifurcation de ses branches terminales dans une masse cylindrique pourvue de noyaux, qui est la continuation de la matière des grosses trachées. Les capillaires font saillie sur la surface des cylindres et s'avancent entre les éléments qui séparent les cylindres l'un de l'autre : ces éléments sont de grosses cellules granuleuses qui correspondent aux cellules parenchymateuses (*Parenchymzellen*, M. Schultze) des Lampyres.

Si l'on regarde de face une plaque lumineuse rendue transparente par la potasse caustique ou bien une section tangentielle d'une plaque durcie et colorée, on a une image microscopique des plus élégantes. Les cylindres comprenant les arbrisseaux trachéens sont vus par le bout et paraissent régulièrement distribués dans la préparation, entourés et séparés l'un de l'autre par les mailles d'un réseau formé par les cellules parenchymateuses. Si l'insecte qui a servi à faire la préparation a été tué par les vapeurs de l'acide osmique, on voit encore les trachées capillaires colorées en brun s'avancer entre les cellules parenchymateuses.

La régularité extrême de cette disposition a permis de reconnaître à l'aide du microscope, sur l'animal vivant, le siège précis de la combustion lumineuse.— Les Lucioles émettent habituellement leur lumière par éclairs successifs séparés par des intervalles obscurs. Lorsqu'on saisit l'animal, il cesse de briller ou bien il brille d'une lueur fixe et beaucoup plus faible. Cependant une Luciole collée sur le

dos peut reprendre après quelque temps ses éclairs et peut être alors observée au microscope avec un faible grossissement ; mais les mouvements continuels de l'insecte ne permettent pas d'ajuster exactement au foyer et les variations rapides de l'intensité lumineuse éblouissent la vue et empêchent une analyse exacte. Au moment de l'éclair, le champ du microscope s'embrase tout à coup et paraît uniformément éclairé ; puis la lumière s'affaiblit rapidement et l'on voit apparaître des ronds obscurs séparés par un réseau éclairé. Ce réseau s'obscurcit peu à peu et tout rentre dans l'ombre. Avant la disparition du réseau lumineux, on remarque que le contour des ronds obscurs est plus brillant que le reste du réseau.

L'interprétation de ces phénomènes ne laisse aucun doute. Les ronds obscurs correspondent aux cylindres qui enveloppent les trachées tandis que le réseau lumineux est formé par les cellules parenchymateuses, siège de la combustion phosphorescente. On peut pousser plus loin l'analyse en examinant au microscope le ventre détaché d'exemplaires empoisonnés par les vapeurs d'acide osmique. Les organes lumineux montrent alors des nuages éclairés qui changent de forme et se déplacent lentement. Sur les bords de ces nuages on voit au microscope les cellules parenchymateuses s'allumer l'une après l'autre et se confondre pour former le réseau brillant, ou bien s'éteindre de même isolément. Il y a plus, on aperçoit dans ces préparations les noyaux des cellules parenchymateuses comme de petites taches obscures au milieu du plasma cellulaire lumineux.

Ces observations prouvent que dans l'organe lumineux des Lampyrides la lumière provient surtout, sinon exclusivement, des cellules parenchymateuses et non des cellu-

les terminales des trachées (*Tracheenendzellen*, M. Schultze): celles-ci sont représentées chez la Luciole par les cylindres qui enveloppent les arbrisseaux de trachées et qui apparaissent comme des ronds obscurs dans l'organe lumineux en activité. L'aspect uniformément lumineux de l'organe au moment de l'éclair peut s'expliquer en partie par la réflexion de la lumière sur la couche crayeuse profonde, en partie aussi par une participation des éléments de cette couche à la fonction lumineuse. L'étude histologique montre d'ailleurs que les cellules à urates sont les homologues des cellules parenchymateuses. Mais l'œil est tellement ébloui au moment de l'éclair et ce moment est de si courte durée que l'analyse en est excessivement difficile.

M. Emery fait passer sous les yeux de la section une préparation microscopique de l'organe lumineux de la Luciole et des dessins montrant l'aspect des organes lumineux en activité vus au microscope.

M. le prof. Auguste Forel fait une communication *sur l'origine du nerf acoustique.*

Meynert, ainsi que d'autres avant et après lui ont accordé, sans preuves suffisantes, de nombreux noyaux d'origine au nerf acoustique. C'est facile à comprendre pour qui connaît l'inextricable fouillis des fibres nerveuses et des cellules dans la moelle allongée et sous le cervelet. M. Forel renvoie au travail que va publier sur ce sujet dans l'*Archiv für Psychiatrie*, un de ses élèves, M. B. Onufrovicz.

M. Forel a réussi il y a quelques années à enlever la plus grande partie du nerf acoustique à des lapins nouveaux-nés en détruisant le rocher. La plupart de ces lapins

se mettent après l'opération à tourner sans interruption sur l'axe longitudinal de leur corps jusqu'à ce qu'ils meurent.

Deux lapins survécurent, dont l'un ne tourna presque pas, mais tint toute sa vie la tête dans une position horizontale, l'oreille du côté opéré dirigée en bas, l'autre en haut. Chez ce lapin qu'on laissa devenir adulte et dont on examina le cerveau réduit en série de coupes, on trouva la racine postérieure de l'acoustique presque entièrement atrophiée, la racine antérieure à moitié seulement. Le noyau antérieur de l'acoustique (*vorderer acusticus Kern*) se trouve presque entièrement atrophié ; à peine restait-il quelques résidus des cellules. De plus on trouva une atrophie partielle surtout des couches profondes de la partie dite « tubercule acoustique » ou « nuque du cervelet » de Stilling (couches de substance grise et de substance mêlée qui recouvrent la portion supérieure des pédoncules cérébelleux postérieurs). Mais là il n'y avait qu'une diminution générale de la substance, pas d'atrophie de certains éléments. Les autres soi-disant noyaux de l'acoustique (noyau dit externe, noyau dit interne, fibres croisées, etc.), étaient demeurés parfaitement intacts. Monakow avait déjà trouvé par une expérience inverse, en coupant la moitié de la moelle d'un jeune lapin vers l'entrecroisement des pyramides que cette lésion détermine une atrophie complète des cellules du soi-disant noyau externe de l'acoustique, mais ne cause aucune dégénérescence des fibres du nerf acoustique lui-même. Il en avait déjà conclu que Deiters avait eu raison de refuser à ce noyau des connexions avec l'acoustique et lui avait en conséquence donné le nom de « noyau de Deiters, » nom déjà employé par Laura.

D'après les résultats de Gudden, l'arrachement des nerfs sensibles chez l'animal nouveau-né ne détermine jamais qu'une atrophie partielle de leurs noyaux proprement dits, sans disparution d'une catégorie particulière de cellules, tandis que l'arrachement des nerfs moteurs et des nerfs sensibles (en delà des ganglions spinaux) détermine une atrophie complète ou peu s'en faut des cellules motrices et des cellules des ganglions. Ces faits concordent admirablement avec les résultats des travaux de Golgi et de Bellonci sur la structure des cellules ganglionnaires et de leurs connexions avec les fibres.

M. A. Forel conclut que le noyau dit antérieur (vorderer Kern) de l'acoustique ne peut être que l'homologue modifié d'un ganglion spinal pour la racine postérieure de l'acoustique, comme l'ont déjà pensé Stilling et d'autres. Le véritable noyau de l'acoustique est le tubercule acoustique du même côté qui est pour le nerf auditif ce que le tubercule quadrijumeau antérieur est pour le nerf optique.

Quant à la racine antérieure du nerf acoustique, on voit, grâce à son atrophie partielle, qu'elle va vers le centre de la base du cervelet où elle se perd autour des *crura cerebelli ad corpora quadrigemina* en formation, peut-être dans un amas de cellules qui se trouve en dessus, comme le prétend Bechteren. Elle n'a évidemment aucune connexion, ni avec le noyau antérieur, ni avec le tubercule acoustique. M. Forel la considère comme étant très probablement la partie non auditive du nerf du vestibule, celle qui va aux ampoules des canaux sémicirculaires, et croit que c'est sa lésion qui produit les fameux mouvements continuels de la tête en sens divers (suivant le canal qui a été lésé), que Flourens a le premier observés non seule-

ment après les lésions des canaux sémicirculaires, mais après celles du cervelet. Comme Schiff, Gudden et d'autres, M. Forel a pu enlever la plus grande partie du cervelet sans provoquer ces mouvements, en ayant soin de ne pas léser la base de la partie centrale de cet organe où s'épanche la racine antérieure de l'acoustique. M. Forel a même gardé longtemps en vie un rat privé de la moitié du cervelet, moins cette base. Ce rat n'a jamais montré le moindre trouble dans la coordination de ses mouvements.

Lorsqu'on enlève l'acoustique entier, c'est le mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal du corps qui l'emporte. C'est d'après M. Forel, grâce à ce que la lésion de la racine antérieure de l'acoustique n'était que partielle que les deux lapins dont il montre les préparations microscopiques avec atrophies unilatérales ont pu rester en vie.

M. Forel n'aborde pas la question des connexions centrales de l'acoustique, soit des connexions probables de ce nerf et de ses noyaux avec le corps genouillé interne et le lobe temporal des hémisphères cérébraux. Pour cela il faut d'autres expériences analogues à celles qui ont été faites par Gudden, Ganser et Monakow sur les centres corticaux et thalamencéphaliques de l'optique.

M. le prof. Herzen, de Lausanne, envoie un mémoire dont il est donné lecture : *A propos des observations de Laborde sur la tête d'un supplicié.*

Après avoir montré que le choc et la privation subite de la circulation sanguine doivent entraîner chez le supplicié une abolition immédiate de la conscience, M. Herzen montre combien seraient grandes les difficultés qu'on ren-

contrerait à produire artificiellement une circulation dans les conditions voulues et pense que même si l'on pouvait réaliser cette inutile expérience, les réflexes d'ordre inférieur pourraient seuls être réveillés, mais non la conscience. Chez les animaux, l'expérience réussirait plus facilement, mais aurait aussi moins d'intérêt. M. Herzen rapporte à ce sujet les résultats d'une série d'expériences qu'il a faites dans le laboratoire de M. Schiff à Florence. Après avoir entièrement privé de sang le cerveau de lapins par la ligature provisoire des artères carotides et vertébrales, l'on permit à la circulation de se rétablir, l'animal étant dans l'intervalle entretenu par la respiration et un réchauffement artificiels. Dans ces conditions, la conscience se rétablit entièrement et l'animal put se remettre à courir et à manger.

M. Herzen est convaincu que si l'expérience faite dans ces conditions-là était possible sur l'homme, elle donnerait exactement le même résultat.

Botanique.

Président : M. Marc Micheli, de Genève.
Secrétaire : M. Jean Dufour, de Lausanne.

J. Dufour, Recherches sur l'amidon soluble et son rôle physiologique chez les végétaux. — Schröter, Formes intéressantes de pins. — Tripet, Modifications apportées à la flore du Jura neuchâtelois par l'abaissement des lacs. — Schröter, Prairies de la Suisse. — Pittier, Influence des vents réguliers des vallées sur la végétation et déformation constante des troncs d'arbres. — Schröter, Gynodiœcisme chez Anemone hepatica. — Haller, Plantes desséchées provenant du Groenland.

M. J. Dufour, assistant au Polytechnicum, communique les résultats de ses *recherches sur l'amidon soluble et*

son rôle physiologique chez les végétaux. Quelques plantes : *Saponaria officinalis* L., *Gypsophila perfoliata* L., *Arum italicum* Mill., etc., contiennent, dans leur tissu épidermique, une substance incolore, non différenciée en granules, et possédant la curieuse propriété de former avec l'iode une combinaison bleue qui cristallise en aiguilles. De même que la substance primitive, cet iodure est soluble dans l'eau et dans l'alcool. D'après diverses réactions microchimiques, il est assez probable qu'il s'agit bien d'un hydrate de carbone du groupe de l'amidon, cependant il est réservé à une analyse moléculaire de nous renseigner exactement sur la nature chimique de la substance.

Les faits recueillis paraissent d'autre part démontrer que l'amidon soluble est une matière sécrétée par la plante, et non un produit assimilatoire employé ultérieurement par le végétal, pour son accroissement.

M. le Dr Schröter, professeur au Polytechnicum, décrit et met en circulation plusieurs *formes intéressantes de Pins.* Ce sont :

a) *Pinus sylvestris* subsp. *genuina* var. *gibba* forma *pedunculata* Schr. à cônes longuement pédonculés;

b) *P. sylvestris* subsp. *genuina* var. *plana* forma *erecta* Schr. à cônes dressés;

c) *P. montana* subsp. *uncinata* var. *glauca* Schr. dont les aiguilles sont glauques des deux côtés, mais présentent la forme appointie de celles du *P. sylvestris;*

d) *P. montana* subsp. *Pumilio* var. *pyramidalis,* forme pyramidale de la couronne.

Il existe donc entre *Pinus sylvestris* et *P. montana* des formes de transition; d'autres sont signalées également par M. Christ en Engadine, de sorte qu'il est difficile de séparer nettement les deux espèces.

M. TRIPET, professeur à Neuchâtel, entretient la section de botanique des *modifications apportées à la flore du Jura neuchâtelois par l'abaissement des lacs*. Quelques espèces ont complètement disparu : telles sont *Hottonia palustris* L., *Sagittaria sagittæfolia* L., *Hydrocharis morsus ranæ* L., *Acorus Calamus* L. ; d'autres sont en voie de disparaître, comme *Alisma ranunculoïdes* L., *Leucoium æstivum* L., *Scirpus Rothii* Hopp., *Carex riparia* Curt. et *Poa serotina* Ehrh.

Depuis la publication, en 1869, du *Supplément à la flore du Jura*, par Ch.-H. Godet, les espèces suivantes ont été découvertes dans les limites géographiques du canton de Neuchâtel : *Polygala depressa* Wend., *Scorzonera humilis* L., *Hieracium lanatum* Vill,, *Hieracium aurantiacum* L., *Orobanche flava* Mart., *Prunella alba* Pall., *Pinguicula alpina* L., *Soldanella alpina* L., *Hippophäe rhamnoïdes* L.

M. Tripet présente des exemplaires de *Cardamine trifolia* L., qu'il a récoltés dans une forêt de sapins entre le Locle et la vallée du Doubs. Cette espèce appartient aux Alpes du Tyrol, de la Styrie, etc., et n'a pas été rencontrée antérieurement en Suisse.

M. le prof. SCHRÖTER donne les premiers résultats de recherches entreprises en commun avec M. le D[r] Stebler, directeur de la station de contrôle des semences, à Zurich, sur *les prairies de la Suisse*.

Ces recherches, commencées il y a un an et demi, ont un double but. Il s'agit d'abord d'arriver à une classification naturelle et scientifique des prairies, de déterminer les types végétaux qui les composent, de rechercher enfin l'influence de l'altitude, de l'exposition, de l'humidité, des engrais, etc., sur la nature et la qualité des prés. D'autre

part, ces études seront dirigées de façon à livrer autant que possible des données pratiques pour l'exploitation rationnelle des fourrages.

Voici en quelques mots quelle est la méthode employée par MM. Schröter et Stebler. Ils notent d'abord l'aspect général de la prairie, puis en délimitent et en coupent un pied carré. Tout ce qui croît sur cet espace de terrain est soigneusement recueilli et analysé. On met ensemble les plantes de la même espèce, puis on détermine le nombre et le poids des échantillons, en distribuant encore en des lots séparés les pousses stériles, fertiles, et les plantes en germination. Les auteurs ont jusqu'à maintenant analysé 51 pieds carrés de prairies, et se disposent à poursuivre ce long et patient travail.

Il est nécessaire, naturellement, de récolter un grand nombre de matériaux avant d'arriver à une vue d'ensemble sur la question, cependant les auteurs ont obtenu déjà plusieurs résultats intéressants, en particulier sur la composition des prairies alpines.

M. Schröter termine en demandant aux botanistes présents de bien vouloir le seconder dans ses recherches en lui envoyant des matériaux.

M. Pittier, professeur à Château d'Oex, parle *de l'influence des vents réguliers des vallées sur la végétation,* puis d'une *déformation constante des troncs d'arbres.* Dans les vallées profondes des Alpes, l'inégal échauffement des couches de l'atmosphère donne lieu à des brises régulières, remontant ces vallées pendant le jour, marchant en sens inverse durant la nuit. Le courant diurne est de beaucoup le plus sensible, et atteint son maximum d'intensité dans les plus chaudes journées de l'été, ébranlant alors une

couche d'air de 250 à 300 mètres de hauteur. Il s'agit de savoir si la flore de la zone soumise à l'influence de ces brises en ressent les effets, comme c'est le cas pour celle des localités souvent visitées par le fœhn.

Plusieurs faits, recueillis au Pays d'Enhaut vaudois, permettent de conclure que ces vents contribuent activement à la dissémination des semences de proche en proche, et même à de longues distances, de telle sorte que certaines espèces opèrent une *migration* lente du bas des vallées vers leur origine. Ainsi *Erysimum Cheiranthoïdes* L. se répand dans la direction du vent.

En outre, ces brises impriment à la végétation arborescente un cachet particulier en inclinant tous les troncs dans le sens de leur translation, et en forçant la ramification à se développer davantage du même côté.

M. Pittier avait cru pouvoir conclure de ses nombreuses observations que cette déformation de la couronne s'étend au tronc, qui est toujours déprimé du nord au sud dans les environs de Château-d'Oex. Le plus grand développement de la ramification sur le côté Est aurait ici, comme conséquence, un plus grand développement des tissus conducteurs correspondants. Mais il résulterait d'observations faites en France et aux États-Unis, que la dépression des troncs d'arbres dans le sens du méridien est un fait *général*, qui doit être rattaché à des causes agissant sur toute la surface de la terre. Ce phénomène est intéressant, et M. Pittier appelle sur lui l'attention des membres de la section.

M. le prof. SCHRÖTER fait une troisième communication sur un cas de *gynodiœcisme chez Anemone hepatica*. Il présente des exemplaires de cette espèce, cueillis à Gersau,

dont les fleurs étaient devenues unisexuées par la réduction des étamines et le développement exagéré des pistils.

M. le Dr Haller, de Zurich, montre à la section des *plantes desséchées provenant du Groenland,* et présentant pour la plupart une grande analogie, ou même une complète similitude avec les représentants de notre flore alpine. Citons en particulier : *Gentiana nivalis* L., *Thymus Serpyllum* L. var. *borealis, Eriophorum Scheuchzeri* Hopp.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

W.-C. Wittwer. Grundzüge der Molecular-Physik und der mathematischen Chemie. Traité de physique moléculaire et de chimie mathématique. Stuttgart, 1885, 198 pages in-8°.

Tous les physiciens et chimistes sont à peu près d'accord pour admettre que les corps sont formés de particules distinctes, séparées, appelées molécules, et liées entre elles par l'action des forces. Mais dès qu'il s'agit de pousser plus loin l'hypothèse, d'indiquer exactement les lois de l'action de ces forces, de préciser la grandeur, la forme, les mouvements de ces molécules, les opinions varient singulièrement. A part un petit nombre de principes élémentaires à peu près généralement admis, on ne peut pas dire que jusqu'ici aucune théorie un peu complète des phénomènes moléculaires ait pris pied dans la science. C'est donc rendre un service signalé dans ce domaine que d'étudier à fond une hypothèse et de la contrôler dans ses conséquences avec les données de l'expérience. C'est en nous plaçant à ce point de vue que nous saluons avec joie l'apparition du volume de M. W.-C. Wittwer qui réunit en un seul tout, commode à consulter, une série de mémoires épars jusqu'ici dans la *Revue de mathématique et de physique de Schlömlich.* Cette série forme le complément de l'ouvrage publié en 1871 par le même auteur « Sur les lois moléculaires » (Die Molekulargesetze).

Le nouveau volume est divisé en trois parties :

La première partie traite de la constitution des corps, spécialement de la densité et de la pression de l'éther intermo-

léculaire. Il y est admis comme base que toute substance est formée de particules sphériques de matière et d'éther. Tandis que toutes les particules d'éther sont égales, les particules de masse sont de grandeurs différentes et l'auteur admet ici autant de grandeurs différentes que d'éléments chimiques. Quant aux forces moléculaires il est admis que deux particules de matière ou deux particules d'éther se repoussent l'une l'autre, mais qu'une particule de matière et une particule d'éther s'attirent, l'intensité de ces forces étant inversément proportionnelle au carré de la distance. En ce qui concerne la densité de l'éther intermoléculaire, l'auteur s'écarte notablement de l'opinion générale et admet que l'éther est moins dense dans le voïsinage des atomes que plus loin d'elles. Cette hypothèse est nécessaire à ses yeux pour expliquer la diminution de la vitesse de la lumière dans les milieux plus denses. Cette raréfaction de l'éther dans le voisinage des atomes matériels résulterait de ce que généralement un atome matériel fixe plus de particules d'éther qu'il n'en faut pour la neutralisation de la force attractive qu'elle exerce sur lui et cet éther fixé en excès exerce sur l'éther libre environnant une action répulsive. Dans cette théorie la pression de l'éther qui résulte de la répulsion réciproque de ses particules joue un rôle considérable comme maintenant ensemble les atomes matériels. Dans un milieu sans éther les atomes se disjoindraient et les corps tomberaient en quelque sorte en poussière atomique.

La seconde partie, qui est la plus développée, donne les bases d'une esquisse de chimie mathématique. Il y est admis que les différents éléments de masse fixent avec l'attraction propre à leur volume et à leur masse un plus ou moins grand nombre de particules d'éther, soit l'hydrogène 1, l'oxygène 2, le potassium 4, le sodium 3, le lithium 2, le chlore et le soufre 3. L'élément est électro-négatif quand il n'est pas entièrement neutralisé, c'est-à-dire quand sa force attractive est en excès. Il est électro-positif quand il est sursaturé d'éther. L'auteur traite ensuite des atomes des différents corps simples et décrit le mode de construction de chacun d'eux. Il invoque ensuite les actions réciproques qu'exercent les uns sur les autres ces assemblages d'éléments, de masses et de

particules d'éther d'une part, la pression de l'éther d'autre part, pour expliquer le mode de construction des corps et spécialement la formation des cristaux. Il explique l'affinité chimique par l'action réciproque d'atomes dissemblables, particulièrement d'atomes sursaturés et d'atomes non saturés.

La troisième partie traite de la chaleur, spécialement de la chaleur rayonnante, la conductibilité, modification des forces moléculaires par le mouvement oscillatoire, dilatation, changement de l'état d'aggrégation des corps, lois de Mariotte et de Gay-Lussac, chaleur spécifique, transformation de la chaleur en travail. Ici l'auteur admet bien dans leur ensemble les grands principes de la théorie mécanique de la chaleur. Cependant il s'écarte sur plusieurs points des vues généralement admises, surtout en ce qui concerne la théorie des gaz.

Si nous voulions écrire une critique de cet ouvrage, nous aurions à combattre sur plusieurs points les idées de l'auteur. Toutefois cela n'empêche pas que nous avons lu ce livre avec un grand intérêt et nous conseillons à tous ceux qui s'intéressent à la physique moléculaire d'en faire autant. C'est en effet très instructif de suivre le développement d'une hypothèse dans un domaine difficile et encore très peu exploré, lors même que l'on cherche soi-même l'explication des faits dans une voie différente. E. H.

CHIMIE

K. Buch. Transformation des phénols en amines. (*Berichte*, XVII, p. 2634. Zurich.)

Le phénol et la paratoluidine, ainsi que le paracrésol et l'aniline, chauffés à 260-300° avec du chlorure de zinc, donnent de la phénylparatolylamine. La même base s'obtient aussi en chauffant le phénol et la parotoluidine avec du chlorure de calcium à 300° ou le paracrésol et l'aniline avec du trichlorure d'antimoine à 260°.

Le chlorure double de zinc et d'ammoniaque transforme à 300° le paracrésol en paratoluidine et en oxyde de diparatolyle $(C_7H_7)_2O$, aiguilles soyeuses fusibles à 165°. Ce même

oxyde se produit, lorsqu'on chauffe le paracrésol avec du chlorure de zinc.

Le phénol et l'aniline chauffés avec le chlorure de calcium à 300° ou avec le chlorure de zinc donnent de la diphénylamine, mais encore mieux avec le trichlorure d'antimoine.

H. SILBERSTEIN. RECHERCHES SUR LES BÉTAÏNES. (*Berichte*, XVII, p. 2660. Berne.)

Lorsqu'on chauffe à 100° le chlorure de phénylbétaïne (ou simplement le mélange de ses générateurs, diméthylaniline et acide chloracétique), on obtient la réaction suivante :

$$\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} N < \begin{matrix} Cl \\ CH_2.COOH \end{matrix} = \left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}\right\} N + .CH_3Cl + CO_2.$$

En chauffant de même l'éther de la phénylbétaïne (ou les générateurs) et en traitant le produit par l'acide chlorhydrique, on obtient le chlorhydrate de phénylméthylglycocolle.

$$\begin{matrix} C_6H_5 \\ CH_3 \end{matrix} > N.CH_2.COOH, HCl,$$

qui se dédouble en CO_2 et diméthylaniline par ébullition avec l'eau.

Un mélange de diméthylaniline et de chloracétamide fournit l'amide du chlorure de phénylbétaïne. Ce corps, en perdant CH_3Cl, donne la phénylméthylglycocolle-amide, prismes brillants fusibles à 163°.

L'acide trichloracétique est transformé directement par la diméthylaniline en chloroforme et CO_2.

De toutes ces réactions, il ressort que la diméthylaniline exerce sur les acides chloracétiques une sorte d'action catalytique qui pourrait peut-être servir à reconnaître les bases tertiaires et s'étendre aussi à d'autres acides chlorés.

A. Calm. Action de la para-amidodiméthylaniline sur les aldéhydes. (*Berichte*, XVII, p. 2938.) — G. Nuth. Même sujet. (*Berichte*, XVIII, p. 573. Zurich.)

Comme l'hydroxylamine et la phénylhydrazine, la para-amidodiméthylaniline réagit très nettement avec les aldéhydes. On opère en solution alcoolique. Calm a obtenu avec la benzaldéhyde le corps :

$$C_6H_4 \begin{cases} N < \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \\ N{=}CH.C_6H_5 \end{cases}$$

C'est une base diacide peu énergique cristallisant en feuilles et aiguilles jaune pâle, fusibles à 93°, et donnant un dichlorhydrate. Nuth a obtenu des corps analogues avec les aldéhydes salicylique (fus. 134°), anisique (139°), para-oxybenzoïque, cinnamique (141°), le cuminol (99°) et le pipéronal (110°).

F. Krafft et Th. Brunner. Sur un résidu insoluble de la distillation de l'huile de ricin. (*Berichte*, XVII, p. 2985. Bâle.)

En distillant l'huile de ricin, Bussy et Lecanu ont obtenu un résidu qui a la consistance du caoutchouc. Les auteurs en ont extrait par l'éther un corps à peu près incolore auquel ils ont trouvé la composition $(C_{11}H_{20}O_2)_n$. La fusion potassique le transforme en acide nonylique, l'acide azotique en acide sébacique. Comme l'acide undécylénique présente les mêmes réactions, il est vraisemblable que le corps en question est un polymère de l'acide undécylénique. En effet, lorsqu'on chauffe ce dernier à 300°, il se forme un corps qui ressemble beaucoup au résidu de la distillation de l'huile de ricin ; en même temps, on obtient un composé cristallin bouillant à 265-275° (15^{mm}) et fondant vers 30°, qui, d'après l'analyse et le point d'ébullition, est évidemment l'acide diundécylique $C_{22}H_{40}O_4$. Cet acide ne fixe qu'un atome d'argent.

Th. Carnelley. La couleur des combinaisons chimiques fonction du poids atomique de leurs éléments constituants. (*Berichte*, XVII, p. 2151.)

La couleur des combinaisons dépend au moins de trois circonstances : température, proportion de l'élément électro-négatif, poids atomique. Les deux premiers cas ont été étudiés par Ackroya, qui est arrivé aux résultats suivants : *a*) Dans les substances qui changent de couleur avec l'élévation de la température, la couleur varie dans l'ordre du spectre en se rapprochant du rouge, pour passer ensuite au brun, puis au noir; en général, elle va du blanc au jaune pâle en sautant le violet, le bleu et le vert. *b*) Dans les combinaisons binaires, un accroissement de la quantité de l'élément électro-négatif détermine un changement de couleur dans le même sens que celui produit par l'élévation de température. Ainsi PbO est jaune, Pb_3O_4 rouge et PbO_2 brun.

Carnelley constate de son côté la règle suivante :

La couleur de quelques séries de combinaisons, $A_x R_y$, $B_x R_y$, $C_x R_y$, etc. (où A, B, C, sont des éléments appartenant à un même sous-groupe du tableau de Mendelejeff et R un élément ou un radical), marche avec la progression du poids atomique de A, B et C dans l'ordre suivant : blanc ou incolore, violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge, brun et noir. Exemples :

	RCl	RBr	RI
Na R	blanc	blanc	blanc
Cu R	blanc	gris	jaune blanc
Ag R	blanc	jaune blanc	jaune clair
Au R	jaune blanc	jaune gris	jaune d'or

	RCl	RBr_3	RI_3
P R_3	blanc	blanc	rouge
As RI_3	blanc	blanc	rouge
Sb R_3	blanc	blanc	rouge
Bi R_3	blanc	jaune d'or	noir

Cette règle a été observée dans 426 cas. L'auteur cherche à expliquer ces faits par les mouvements moléculaires. Moins la molécule d'un corps solide est dense, plus la durée de sa vibration est courte. En admettant qu'elle soit assez courte pour coïncider avec la durée d'une ondulation ultra-violette, aucun rayon visible ne sera absorbé et la substance paraîtra blanche. Mais si, par substitution ou autrement, la masse moléculaire grandit, la durée de la vibration croissant également, une partie plus ou moins grande du spectre visible sera arrêtée ; d'abord les rayons violets, et la substance sera vert jaune ; puis les bleus, et elle sera jaune, et ainsi de suite. jusqu'à la complète absorption des ondes lumineuses, auquel cas la substance aura la couleur noire.

Il semblerait que, lorsque la durée des vibrations est assez grande pour éteindre une certaine couleur, elle éteint aussi le plus souvent toutes celles dont la longueur d'onde est moindre. Il y a cependant quelques exceptions, AuI_3 est vert.

Carnelley réussit à expliquer par des considérations analogues l'influence de la température. Quant au rôle que joue la proportion plus ou moins grande de l'élément négatif, il l'attribue simplement à l'accroissement du poids moléculaire. Il faudrait dans ce cas doubler ou tripler certaines formules et écrire, par exemple, Pb_3O_6 au lieu de PbO_2.

Si l'on considère la série entière des éléments, on observe plusieurs cas qui sembleraient indiquer que la couleur des combinaisons est fonction *périodique* du poids atomique de leurs composants. Ainsi, on peut construire avec les iodures une courbe dans le même genre que celle de Lothar Meyer.

A. C.

BOTANIQUE

KŒPPEN. ANCIENNES FORÊTS DE CONIFÈRES DANS LES STEPPES DE RUSSIE. (*Beitr. z. Kenntniss des russ. Reiches*, VI, 1883.)

La ville de Jelez, dans la partie orientale de la province d'Orel, est entourée actuellement d'une grande étendue de

steppes, mais cette ville a pour armoirie un cerf sous un sapin. Le nom même de Jelez signifie sapin. La rivière voisine s'appelle Ssossna, qui vient de Ssossa, pin. Le village de Borki, au S.-S.-O. de Jelez, tire son nom de bor, arbre à aiguilles. Il est donc probable que le pays était couvert de forêts de conifères à une époque peu ancienne. Le même fait a été constaté dans le gouvernement de Toula, grâce aux racines d'arbres trouvées dans les marais de Jepifan par Ssemenow.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

AOUT 1885

Le 1er, arc-en-ciel double à 7 h. 20 m. du soir.

3, tonnerre au NO. à 3 h. 27 m. du soir ; éclairs au S. depuis 9 h. du soir.

4, tonnerres au SO., puis à l'O. de 10 h. du matin à midi et demie ; l'orage passe le long du Jura ; éclairs depuis 7 h. 6 m. soir dans toutes les directions.

6, éclairs au N. à 7 h. du soir.

7, à 1 h. du matin, éclairs sur tout l'horizon ; éclairs à l'E. à 9 h. du soir.

10, éclairs à l'O. depuis 11 h. du soir jusque vers 3 h. $^1/_2$ du matin du lendemain.

12, éclairs à l'E. depuis 9 h. du soir.

27, éclairs et tonnerres au S. de 9 h. à 9 h. $^3/_4$ du soir.

29, éclairs et tonnerres à l'O. de 5 h. à 6 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 7 h. matin	725,24	Le 1er à 5 h. soir	723,30
3 à 3 h. matin	726,14	3 à 3 h. soir	722,82
5 à 11 h. soir	726,56	6 à 7 h. soir	724,24
8 à 11 h. soir	730,82	10 à 5 h. soir	723,81
15 à 7 h. matin	731,70	20 à 5 h. soir	722,24
26 à 10 h. matin	727,67	29 à 4 h. soir	713,55

GENÈVE. — AOUT 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	724,56	— 3,36	723,30	725,24	+19,51	+ 0,74	+16,1	+25,4	725	+ 43	610	890	2,5	3	N. 1	0,92	+22,4	+ 3,7	203,0
2	724,51	— 3,42	723,62	726,05	+20,04	+ 1,30	+15,5	+28,3	824	+142	630	950	3,8	2	N. 1	0,73	...	.....	201,0
3	725,47	— 2,77	722,82	726,14	+21,14	+ 2,44	+16,1	+29,9	765	+ 82	550	990	0,1	...	N. 1	0,80	21,5	+ 2,7	204,0
4	724,56	— 3,39	723,81	724,92	+19,41	+ 0,74	+14,7	+22,6	791	+107	700	910	3,7	1	NNE. 1	0,90	21,2	+ 2,4	205,0
5	725,57	— 2,38	724,72	726,56	+21,93	+ 3,30	+15,7	+27,7	622	— 64	400	920	...	...	variable	0,27	21,7	+ 2,9	202,5
6	725,35	— 2,61	724,24	726,40	+21,71	+ 3,12	+13,3	+28,9	646	— 41	390	850	...	...	NNE. 1	0,77	22,0	+ 3,2	203,0
7	726,84	— 1,12	725,32	728,22	+19,86	+ 1,31	+16,5	+23,7	748	+ 60	590	950	3,9	2	variable	1,00	21,6	+ 2,8	205,5
8	729,78	+ 1,82	728,42	730,82	+18,53	+ 0,03	+13,8	+23,5	521	—169	330	660	...	...	SO. 1	0,22	20,7	+ 1,9	206,5
9	729,28	+ 1,31	727,54	730,52	+16,97	— 1,48	+ 9,0	+22,8	631	— 60	430	840	...	...	N. 1	0,38	...	.....	207,0
10	725,95	— 2,02	723,81	727,57	+19,63	+ 1,23	+10,0	+30,8	599	— 94	230	800	...	...	variable	0,20	20,4	+ 1,6	209,0
11	725,91	— 2,06	724,70	727,10	+22,31	+ 3,96	+15,1	+28,7	639	— 55	480	760	...	...	SSO. 1	0,78	20,1	+ 1,2	207,0
12	726,57	— 1,40	725,18	727,40	+22,14	+ 3,85	+16,3	+29,5	646	— 50	440	850	...	...	variable	0,67	20,4	+ 1,6	206,0
13	728,30	+ 0,33	726,37	730,60	+21,07	+ 2,84	+16,4	+26,7	584	—114	400	780	...	...	variable	0,68	20,5	+ 1,7	208,5
14	730,33	+ 2,36	729,22	731,00	+18,59	+ 0,42	+11,9	+24,8	636	— 64	380	780	...	...	NNE. 1	0,10	20,5	+ 1,7	210,8
15	730,71	+ 2,75	729,68	731,70	+18,16	+ 0,06	+11,6	+24,2	615	— 86	390	840	...	...	N. 1	0,22	20,4	+ 1,6	210,5
16	729,55	+ 1,59	728,35	730,52	+18,57	+ 0,54	+11,5	+24,1	571	—132	380	790	...	...	N. 1	0,18	...	.....	209,0
17	727,95	0,00	726,41	728,94	+18,77	+ 0,81	+12,2	+24,3	618	— 87	370	880	...	...	N. 1	0,07	20,6	+ 1,8	210,5
18	725,99	— 1,96	724,80	727,50	+18,47	+ 0,58	+10,4	+27,3	579	—129	330	790	...	...	variable	0,83	20,6	+ 1,8	208,0
19	724,13	— 3,81	723,13	725,28	+16,38	— 1,43	+10,5	+21,0	546	—164	370	770	...	...	N. 1	0,08	20,4	+ 1,6	207,0
20	723,26	— 4,67	722,24	724,09	+15,39	— 2,34	+ 6,7	+23,3	524	—188	300	760	...	...	SSO. 1	0,32	20,4	+ 1,7	205,7
21	723,18	— 4,74	722,90	723,68	+16,58	— 1,07	+10,0	+22,7	530	—184	350	730	...	...	S. 1	0,65	20,1	+ 1,4	202,0
22	723,07	— 4,84	722,10	723,78	+17,29	— 0,28	+10,2	+23,7	559	—157	340	740	...	...	SSO. 1	0,65	20,1	+ 1,4	197,5
23	723,71	— 4,19	723,06	725,41	+17,49	+ 0,01	+10,0	+25,3	569	—150	320	880	...	...	SSO. 1	0,45	...	.....	195,0
24	725,89	— 2,00	725,32	726,59	+16,12	— 1,27	+ 8,2	+22,1	619	—102	470	830	...	...	N. 1	0,13	20,3	+ 1,7	193,5
25	726,25	— 1,63	725,10	727,44	+16,36	— 0,94	+ 7,9	+23,6	571	—153	330	860	...	...	variable	0,47	20,0	+ 1,4	191,5
26	726,90	— 0,97	726,10	727,67	+17,67	+ 0,46	+13,8	+23,5	812	+ 86	630	990	5,1	4	N. 1	0,87	19,5	+ 1,0	188,3
27	725,42	— 2,43	723,30	726,88	+18,47	+ 1,36	+14,5	+25,4	798	+ 69	630	950	1,5	1	N. 1	0,98	19,4	+ 0,9	187,0
28	720,86	— 6,98	718,37	723,60	+17,70	+ 0,69	+15,5	+22,2	916	+185	730	1000	8,4	8	N. 1	1,00	18,8	+ 0,3	185,5
29	715,27	—12,55	713,55	718,41	+16,89	— 0,02	+15,9	+18,6	961	+227	890	1000	31,0	12	N. 1	1,00	18,4	+ 0,0	183,0
30	718,94	— 8,86	715,58	724,42	+17,63	+ 0,83	+14,9	+22,5	839	+103	660	1000	3,0	1	S. 1	0,95	...	.....	184,0
31	725,88	— 1,90	724,32	726,83	+15,48	— 1,22	+13,1	+18,3	830	+ 91	680	980	1,0	1	N. 1	0,93	19,1	+ 0,8	185,2

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,18	726,40	726,86	726,65	725,92	725,40	725,61	726,22
2e »	727,43	727,38	727,93	727,78	727,05	726,46	726,74	727,39
3e »	723,41	723,22	723,45	723,53	722,96	722,71	722,86	723,57
Mois	725,60	725,59	725,99	725,90	725,23	724,80	725,00	725,66
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+16,73	+15,00	+17,62	+20,94	+23,97	+24,53	+21,70	+18,48
2e »	+15,11	+13,08	+15,96	+20,59	+24,03	+24,20	+21,02	+17,87
3e »	+14,23	+12,99	+14,32	+18,90	+21,04	+20,65	+18,46	+15,90
Mois	+15,32	+13,67	+15,91	+20,10	+22,95	+23,05	+20,33	+17,37
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	798	815	799	656	538	513	619	760
2e »	732	766	725	567	420	425	525	606
3e »	847	902	842	672	570	587	647	754
Mois	794	830	790	633	511	511	599	708

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+14,07	+ 26,36	+ 21,44	0,62	14,0	204,65
2e »	+12,26	+ 25,39	+ 20,43	0,39	—	208,30
3e »	+12,18	+ 22,54	+ 19,52	0,73	50,0	190,23
Mois	+12,82	+ 24,69	+ 20,43	0,59	64,0	200,71

Dans ce mois l'air a été calme 3,2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,87 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 9°,7 O. et son intensité est égale à 25,1 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1885.

Le 1er, tonnerres à l'O. vers 6 h. du soir.
2, brouillard le matin et à 4 h. et 10 h. du soir.
4, fort vent le matin ; tonnerres à 10 h. du matin ; orages de 4 h. $^1/_2$ à 5 h. et de 9 h. à 10 h. du soir.
6, fort vent jusqu'à 1 h. du soir ; brouillard tout le jour.
7, fort vent tout le jour ; orage de 6 h. à 7 h. du soir ; éclairs continus de 8 h. à 10 h. du soir.
8, brouillard et forte bise jusqu'à 7 h. du matin et depuis 7 h. du soir.
13 et 14, brouillard depuis 10 h. du soir.
17, forte bise l'après-midi.
18, forte bise jusqu'à 7 h. du soir ; brouillard depuis 10 h. du soir.
19, brouillard jusqu'à 7 h du matin. ; forte bise de 7 h. du matin à 7 h. du soir.
20, forte bise le matin.
21, forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
22, légère neige à 10 h. du matin.
23, neige à 7 h. du soir.
26, brouillard de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
27, brouillard depuis 4 h. du soir.
28, très fort vent depuis 10 h. du matin ; brouillard à 10 h. du matin.
29, très fort vent tout le jour ; brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
30, forte bise jusqu'à 7 h. du matin ; brouillard depuis 4 h. du soir.
31, brouillard jusqu'à 4 h. du soir.

Remarque. Les observations de température ont dû être interrompues le 24 et le 25 à cause de réparations à l'hospice. Un dérangement survenu au barographe a interrompu son fonctionnement depuis le 24 à midi jusqu'au 30 à 10 h. du matin. Les observations manquantes ont été interpolées.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 6 à 8 h. soir	569,60	Le 5 à 5 h. matin	565,55
10 à minuit	570,28	7 à 6 h. soir	566,90
16 à minuit	571,38	11 à 5 h. soir	569,02
26 à (11 h. soir)	(568,40)	21 à 8 h. matin	562,37
		29 à (6 h. soir)	(558,80)

SAINT-BERNARD. — AOUT 1885.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum observé au barographe	Maximum observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim				
1	567,79	— 1,09	567,36	568,90	+ 8,38	+ 1,98	+ 6,4	+13,0	.....	5,5	....	NE.	1	0,90
2	567,44	— 1,45	567,00	568,20	+ 8,58	+ 2,18	+ 6,6	+11,7	.....	1,2	....	NE.	1	0,95
3	568,12	— 0,78	566,98	568,75	+ 9,43	+ 3,04	+ 7,5	+13,4	.....	.....	....	SO.	1	0,87
4	567,02	— 1,88	566,63	567,40	+ 8,38	+ 1,99	+ 5,5	+12,0	.....	10,3	....	SO.	1	0,87
5	567,64	— 1,26	565,55	568,99	+ 8,15	+ 1,77	+ 5,0	+11,3	.....	.....	....	variable		0,70
6	569,14	+ 0,24	568,58	569,60	+ 8,20	+ 1,83	+ 5,8	+10,4	.....	.....	....	SO.	2	0,93
7	568,21	— 0,68	566,90	569,12	+ 8,75	+ 2,40	+ 5,8	+13,9	.....	.....	....	SO.	2	0,45
8	568,32	— 0,57	567,12	569,32	+ 3,68	— 2,65	+ 1,0	+ 6,9	.....	.....	....	NE.	2	0,60
9	569,48	+ 0,60	568,80	570,26	+ 8,77	+ 2,46	+ 2,2	+11,5	.....	.....	....	NE.	1	0,22
10	569,92	+ 1,05	569,77	570,28	+11,95	+ 5,67	+ 7,3	+15,8	.....	.....	....	NE.	1	0,13
11	569,43	+ 0,57	569,02	569,91	+ 9,47	+ 3,22	+ 7,6	+11,6	.....	.....	....	SO.	1	0,43
12	569,41	+ 0,56	569,05	570,00	+11,58	+ 5,36	+ 8,0	+15,8	.....	.....	....	SO.	1	0,33
13	569,62	+ 0,79	569,10	570,13	+ 8,10	+ 1,91	+ 5,7	+12,6	.....	.....	....	NE.	1	0,48
14	570,12	+ 1,31	569,80	570,63	+ 7,08	+ 0,92	+ 3,0	+10,9	.....	.....	....	NE.	1	0,37
15	570,95	+ 2,16	570,56	571,33	+ 8,05	+ 1,93	+ 5,6	+10,7	.....	.....	....	NE.	1	0,00
16	570,50	+ 1,73	570,00	571,38	+ 7,37	+ 1,29	+ 5,2	+10,4	.....	.....	....	NE.	1	0,17
17	568,83	+ 0,08	568,30	570,00	+ 5,88	— 0,16	+ 3,8	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,22
18	566,53	— 2,19	565,07	568,40	+ 3,63	— 2,37	+ 2,2	+ 7,9	.....	.....	....	NE.	2	0,52
19	563,45	— 5,24	562,89	564,96	+ 1,78	— 4,17	— 4,0	+ 5,1	.....	.....	....	NE.	2	0,38
20	562,96	— 5,70	562,40	563,80	+ 4,23	— 1,67	0,0	+ 8,7	.....	.....	....	NE.	1	0,32
21	563,17	— 5,46	562,37	564,16	+ 2,50	— 3,35	0,0	+ 5,2	.....	.....	....	NE.	2	0,43
22	563,37	— 5,23	562,96	563,87	+ 2,70	— 3,09	— 0,2	+ 5,5	.....	.....	....	NE.	1	0,65
23	563,61	— 4,95	562,80	565,17	+ 2,10	— 3,63	— 0,2	+ 6,0	1,0	0,3	....	NE.	1	0,63
24	565,38	— 3,14	564,35	566,50	+ 1,40	— 4,57	— 0,9	+ 4,4	.....	.....	....	NE.	1	0,27
25	566,71	— 1,77	565,90	567,60	+ 2,63	— 2,97	— 2,0	+ 6,4	.....	.....	....	NE.	1	0,10
26	567,60	— 0,84	566,80	568,40	+ 4,40	— 1,13	+ 4,0	+ 6,1	.....	9,0	....	NE.	1	0,77
27	567,28	— 1,12	566,50	568,30	+ 6,00	+ 0,54	+ 3,9	+ 8,4	.....	.....	....	NE.	1	0,75
28	564,26	— 4,09	562,90	566,20	+ 4,87	— 0,52	+ 4,4	+ 5,9	.....	48,0	....	SO.	2	1,00
29	560,23	— 8,07	558,80	562,60	+ 6,05	+ 0,73	+ 6,0	+ 7,3	.....	50,0	....	SO.	3	1,00
30	561,20	— 7,05	559,40	563,80	+ 4,38	— 0,86	+ 4,4	+ 7,7	.....	16,3	....	NE.	1	0,98
31	564,89	— 3,31	564,00	565,38	+ 2,63	— 2,53	+ 2,0	+ 4,3	.....	.....	....	NE.	1	1,00

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AOUT 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	568,28	568,06	568,04	568,31	568,44	568,39	568,39	568,55
2e » ...	568,67	568,26	568,14	568,06	567,97	567,96	568,17	568,21
3e » ...	564,49	564,04	564,00	564,23	564,21	564,33	564,53	564,85
Mois	567,06	566,70	566,63	566,78	566,79	566,81	566,95	567,12

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 6,44	+10,57	+11,20	+10,59	+ 8,21	+ 7,46
2e » ...	+ 4,87	+ 9,10	+ 9,95	+ 8,72	+ 6,21	+ 5,36
3e » ...	+ 2,46	+ 4,95	+ 5,74	+ 5,25	+ 3,75	+ 3,22
Mois	+ 4,52	+ 8,10	+ 8,86	+ 8,09	+ 5,98	+ 5,28

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée
	0	0		mm	mm
1re décade...	+ 5,31	+11,99	0,66	17,0	—
2e » ...	+ 3,71	+10,27	0,32	—	—
3e » ...	+ 1,95	+ 6,11	0,69	123,6	10
Mois	+ 3,60	+ 9,35	0,56	140,6	10

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,95 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 42,5 sur 100.

Les observations météorologiques de Martigny manquent pendant le mois d'août.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1884

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

MM. E. GAUTIER et A. KAMMERMANN

Conformément à l'avis inséré dans les *Archives* de janvier 1884 (tome XI, p. 107), les observations météorologiques ont continué à Genève pendant l'année écoulée, en suivant un régime présentant quelques innovations, dues principalement à l'introduction d'appareils enregistreurs.

Les perfectionnements réalisés dans ces appareils nous ont engagés à recourir à leur emploi, toujours contrôlé par les observations directes, et l'expérience nous a confirmés dans la pensée d'obtenir ainsi des notions plus complètes et plus correctes sur l'état de l'atmosphère. Des indications positives seront toujours préférables à des résultats d'interpolation, lorsqu'on a affaire à des phénomènes exposés à des variations aussi capricieuses, aussi impossibles à prévoir, que ceux dont l'étude fait l'objet

de la météorologie. Nous avons cherché à obtenir de pareilles indications à Genève pour la pression atmosphérique, pour la température et pour l'état hygrométrique de l'air, au moyen d'instruments sortant, pour la plupart, des ateliers de la fabrique de télégraphes dirigée par M. M. Hipp, à Neuchâtel.

Un barographe anéroïde nous a fourni la pression atmosphérique toutes les heures ; trois thermomètres-hygromètres à renversement ont donné la température de la boule sèche et de la boule humide aux heures de nuit choisies pour compléter le système d'observations tri-horaires, adopté pour le jour entier de 24 heures, les observations directes de la journée commençant à 7 heures du matin et finissant à 10 heures du soir.

Le barographe, modèle Hipp, est composé d'une double boîte anéroïde, de 8 centimètres de diamètre, agissant sur un ressort d'acier, muni d'un bras qui transmet les mouvements dus aux modifications de forme de la boîte, par le moyen d'une tige verticale, à un axe horizontal. Cet axe en acier de 3^{mm} de diamètre, subit de leur fait un léger mouvement de rotation auquel participe un bras rigide qui l'amplifie et qui fait osciller autour de son axe vertical, par l'intermédiaire d'un fil de soie et d'une poulie, le levier enregistreur, long de 12 centimètres, terminé par une vis à pointe, marquant aux moments voulus des points sur une bande de papier. Le tracé s'effectue par le brusque abaissement d'un cadre en laiton qui appuie sur l'extrémité du levier enregistreur et qui porte une pointe fixe, médiane, dont l'empreinte s'imprime en même temps, comme repère, sur la bande de papier.

Deux électro-aimants placés sous les cylindres destinés à régler la marche du papier provoquent alternative-

ment l'abaissement du cadre frappeur et l'avancement de la bande enroulée devant l'appareil, autour d'un axe horizontal ; cette dernière opération s'effectue par l'intermédiaire d'un levier coudé, agissant sur un crochet dont la dent engrène sur celles d'un rochet adapté à l'extrémité d'un cylindre de 2 $^1/_2$ centimètres de diamètre, autour duquel glisse le papier. L'abaissement du cadre frappeur a lieu toutes les heures, au moment où la pendule marque la minute zéro ; l'avancement du papier s'opère à la minute quinze. Il comporte à chaque coup un déplacement de 1 $^1/_2$ millimètre.

La succession des points obtenus par la pointe mobile du levier enregistreur constitue la courbe des variations de pression barométrique. Les ordonnées de cette courbe se mesurent, avec l'aide d'un releveur spécial, à partir de la droite servant d'axe, tracée par la pointe fixée au cadre, dont nous avons parlé plus haut.

Le releveur auquel nous venons de faire allusion permet d'obtenir avec une exactitude d'un dixième de millimètre les ordonnées de la courbe tracée par les pointes du barographe. Il renferme à cet effet un levier pivotant autour d'un point fixe, et ayant la même hauteur que le levier enregistreur du barographe. On introduit dans la marque du papier dont on veut relever l'ordonnée, la pointe située à l'extrémité du levier. L'arc dont on aura dû l'écarter de la position moyenne, indiquée par la droite résultant des marques de la pointe fixe servant d'axe des abscisses et maintenue correspondant à la division zéro par un petit arrêt à ressort, se lit sur les divisions d'une grande échelle graduée en centimètres et sur un cadran y attenant, partagé en cent divisions et donnant les fractions de millimètre. La première échelle est par-

courue par un index fixé au levier du releveur ; l'aiguille du cadran reçoit son mouvement du même levier au moyen d'un axe d'engrenage et d'un pignon à fine denture, dont le rapport est tel qu'un demi-tour d'aiguille correspond à une division de la grande échelle.

Au bout de chaque mois, afin de pouvoir rendre comparables les lectures du barographe avec les observations directes faites au baromètre de l'Observatoire, un calcul simple s'exécute afin de fixer les constantes à adopter pour les assimiler.

La formule servant à ce calcul est de la forme

$$b = A + Ba$$

où b est la hauteur du baromètre observée directement et réduite à zéro ; a la lecture au barographe pour le même instant ; A la constante à ajouter aux lectures du barographe pour faire concorder l'indication de la ligne des abscisses de l'instrument avec le zéro de l'échelle du baromètre ; B le coefficient par lequel doivent être multipliées les lectures barographiques pour être rendues comparables aux observations du baromètre.

Pour déterminer A et B on recourt à des indications simultanées du baromètre et du barographe en nombre suffisant, pendant le courant du mois, et aussi dissemblables que possible par groupes de deux, afin d'avoir autant d'équations correspondantes, dont les inconnues seront ces deux valeurs. Dix équations de cette espèce donnent les valeurs moyennes de A et de B, qui sont employées pour la transformation des lectures du barographe pour le mois correspondant. La valeur moyenne de A, pour l'année, a été trouvée de 724,53 ; celle de B de 0,65.

On prendra chaque jour les valeurs fournies par l'appareil pour 1 h. et 4 h. du matin, et aussi les maxima et minima absolus de la pression barométrique dans la journée. Ces valeurs n'étaient pas fournies antérieurement par les observations directes.

A défaut d'instrument existant, inspirant confiance, pour l'enregistrement continu des températures et de l'humidité atmosphérique, et accusant ces conditions toutes les heures, comme le barographe pour la pression, nous avons eu recours à des thermomètres-hygromètres à renversement, modèle Negretti et Zambra.

Le projet d'avoir quotidiennement huit observations, espacées de trois en trois heures, dont six se font directement, de jour, exigeait deux thermomètres conservant l'indication de la température à 1 h. et à 4 h. du matin. Nous en avons organisé trois, déclanchant, le premier à 10 heures du soir et comparable avec l'observation directe, les deux autres aux heures de nuit, où l'observation directe fait défaut.

Le principe des thermomètres Negretti et Zambra est d'être gradués en sens inverse des thermomètres ordinaires, c'est-à-dire que l'échelle commence à l'extrémité du tube opposée à celle qui est munie de la boule. Placés originairement la boule en bas, le mercure qui la remplit se dilate sous l'influence de la température ; il monte dans le tube capillaire qui la surmonte, en traversant un double étranglement du tube, puis à l'instant pour lequel on désire avoir l'indication de la température, le tube subit un déplacement de 180 degrés dans un plan vertical ; la partie de la colonne de mercure située au-dessus de l'étranglement se rompt à cet endroit, tombe vers l'autre extrémité du tube, et sa longueur accuse à l'échelle

décrite la température du moment, température qu'on peut lire à une heure quelconque, postérieure au renversement. Le double étranglement du tube empêche le mercure de la boule de descendre dans le tube sous l'influence de son poids seul.

Les trois thermomètres ainsi construits ont été placés dans une cage contiguë à celle des anciens et dans des conditions identiques d'exposition et de température, au saillant de l'ancien bastion de l'Observatoire. Chacun d'eux est accouplé à son pareil à boule humide, au moyen de traverses métalliques fixées à un axe médian vertical, suspendu à un pivot horizontal situé au-dessus du centre de gravité du système. Lorsque les deux thermomètres sont placés la boule en bas, un arrêt ajusté au haut du cadre qu'ils forment est nécessaire pour les maintenir en position ; l'arrêt étant écarté, les thermomètres chavirent autour de leur suspension et demeurent verticaux, la boule en haut, propres à être observés.

L'ensemble des six thermomètres-hygromètres ainsi montés est fixé à un bâtis formé de plaques de fer assemblées, lesquelles sont supportées elles-mêmes par une planchette servant de pied à l'instrument. Ses dimensions générales sont $0^{m},65$ en longueur, $0^{m},36$ en hauteur et $0^{m},18$ en épaisseur.

Le fonctionnement de ces appareils exige l'action d'un moteur agissant à intervalles réguliers, pour l'enregistrement des données fournies par eux. Il faut une pression sur le levier enregistreur du barographe toutes les heures à la minute zéro ; une impulsion à la bande de papier, aussi toutes les heures, à la minute quinze. Il faut un déclanchement trois fois par douze heures, pour le renversement des thermomètres-hygromètres destinés à chavirer à 10 h., à 1 h. et à 4 h.

Nous avons acquis à cet effet une *pendule électrique* à demi-seconde, système Hipp, dont le balancier reçoit les impulsions nécessaires pour lui conserver son mouvement d'oscillation. Un électro-aimant fixe est placé sous l'arc décrit par l'extrémité inférieure du balancier, extrémité formée d'une pièce de fer doux qui passe et repasse à une petite fraction de millimètre de distance de l'armature de l'électro-aimant, destiné à entretenir les oscillations.

L'action magnétique s'exerce, quand besoin est, au moyen d'un dispositif particulier de l'invention de M. Hipp, qu'il a nommé échappement électrique, et dont l'usage est appliqué aux grandes pendules de précision, comme celle de l'Observatoire de Neuchâtel, avec un succès complet. Il consiste essentiellement en un ressort horizontal fixé à une de ses extrémités au support de la pendule et coupant à angle droit l'axe de la tige du balancier supposé au repos. Cette tige se trouve coudée, afin de lui laisser passage, et dans la partie inférieure du coude, elle est surmontée d'un petit taquet destiné à agir sur une palette mobile dont est muni le ressort horizontal précité. A chaque oscillation du balancier le taquet contre-palette touche en allant et venant la petite palette ; si l'amplitude de l'oscillation diminue, il arrive qu'elle se termine au moment où le taquet se trouve en contact avec elle ; le tranchant de la palette vient s'engager dans une entaille pratiquée à son sommet, alors il la soulève et il soulève en même temps le ressort dont l'extrémité libre vient toucher une vis platinée en communication métallique avec l'électro-aimant. Le courant de la pile en fonctions se ferme, traverse le conducteur qui lui est offert, et l'armature de fer doux située à l'extrémité inférieure du balan-

cier subit l'attraction de l'aimant qui lui donne l'impulsion nécessaire pour ranimer son mouvement oscillatoire.

Ces impulsions se produisent à intervalles dépendant de la force de la pile employée et maintiennent la marche de la pendule, qui transmet son mouvement aux aiguilles par l'intermédiaire de leviers et de roues convenablement agencés.

Les contacts actionnant ces appareils enregistreurs se trouvent derrière le cadran de la pendule et sont fermés aux moments voulus par des goupilles et des doigts, adaptés aux roues du mouvement et qui entraînés avec elles frottent en passant contre des ressorts platinés.

La pendule ainsi décrite a été placée dans le cabinet du directeur, situé au-dessous de la coupole Est de l'Observatoire, près de la pile destinée à l'actionner et de celle qui fournit les courants exigés pour le fonctionnement du barographe et les déclanchements des thermomètres.

La pile de la pendule a été composée de neuf éléments Meidinger ; celle des enregistreurs de douze éléments de même espèce. Le barographe se trouve sur un rayon immédiatement au-dessus. L'électro-aimant qui opère les déclanchements successifs des thermomètres est placé dans leur cage, sur le bâtis qui les supporte à environ 16 mètres de la pile, dont le courant lui est transmis par un fil de cuivre enveloppé de plomb et posé souterrainement jusqu'au pied du pilier de la cage. Un seul fil et un seul électro-aimant suffisent pour les trois détentes qui s'opèrent par la rotation d'un axe d'acier horizontal, portant un arc de cercle vertical muni de trois taquets qui s'abaissent successivement sous l'influence d'un contre-poids, au moment où l'armature de l'aimant est mise

en jeu par le courant de la pile et libère l'arrêt correspondant des thermomètres, retenus par lui en position verticale, les boules en bas.

Après lecture faite de leurs indications, dans l'intervalle entre 4 heures et 10 heures, les thermomètres-hygromètres sont retournés à la main pour la période suivante et fixés par leurs arrêts à ceux de l'axe mobile convenablement redressé, aussi à la main.

Les observations du Grand Saint-Bernard devant toujours concorder avec celles de Genève, nous avons invité M. le Prieur de l'Hospice, qui veut bien s'en occuper, d'adopter dès le 1er décembre 1883 le nouveau système tri-horaire introduit chez nous.

Nous aurions désiré le munir d'enregistreurs pareils aux nôtres, et nous regrettons de n'avoir pu le faire qu'en partie, en le pourvoyant d'un appareil mesurant l'élément le plus important à connaître en météorologie, nous voulons dire la pression atmosphérique. Le bureau central suisse a contribué pour les deux tiers à l'acquisition d'un barographe anéroïde de Hottinger, et en le faisant accompagner à destination par M. le Dr Jul. Maurer, qui a été l'installer à l'Hospice à la fin de septembre 1883, de concert avec M. Kammermann.

De même que notre barographe de Hipp, celui de Hottinger enregistre toutes les heures la pression atmosphérique au moyen d'une pointe sèche venant marquer une empreinte sur une bande de papier qui se déroule. Son fonctionnement est entretenu par un mouvement d'horlogerie qui se remonte tous les huit jours.

Cinq boîtes anéroïdes, accouplées, sont réunies par un ressort agissant par l'entremise d'un couteau sur un le-

vier de 20 centimètres de longueur, équilibré, pivotant autour d'un axe vertical et maintenu en contact avec le tranchant du couteau par un petit poids. A son extrémité libre, le levier porte un style qu'un marteau vient, à intervalles réguliers, presser sur la bande de papier sous-jacente. Le marteau est actionné par la détente d'un crochet déclanchant à chacune des 24 dents d'une roue à rochet appartenant au mouvement d'horlogerie. La même détente fait avancer le papier, par l'action d'un rouleau, d'une longueur de 65 millimètres par jour. Les 24 points marqués sur la bande de papier, fourniront la hauteur barométrique pour chaque heure de la journée, en les rapportant à une ligne de base résultant des empreintes obtenues par l'abaissement concomitant d'une pointe fixe adaptée à la règle frappante du marteau.

La lecture de ces distances s'opère au moyen d'un releveur composé d'une lame de corne transparente, divisée en millimètres, chaque millimètre de variation marqué par le levier enregistreur du barographe, correspondant à une variation de même valeur du baromètre.

Pour relever les hauteurs marquées sur la bande de papier, on les compare à deux lectures directes, faites à des instants précédant et suivant ceux des tracés du barographe. De cette manière on élimine l'emploi de la constante A usitée à Genève et on évite ainsi l'influence troublante de la température. B se trouve valoir l'unité.

L'évaluation des ordonnées peut se faire à un dixième de millimètre près.

Le barographe a été placé dans la chambre de M. le Prieur, où se trouve aussi le baromètre auquel il doit servir de complément; cette chambre ne varie que fort peu de température pendant le courant de l'année.

Les changements introduits dans le nombre des observations directes ont amené des différences dans le mode suivi dans les années antérieures pour les réductions. Il n'y a plus eu lieu d'employer les formules d'interpolation de Lambert-Bessel. La moyenne des 8 observations de température à Genève a été considérée comme moyenne du jour, sans aucune espèce de correction.

Il n'existe malheureusement pas de thermomètre enregistreur au Grand Saint-Bernard, pouvant fournir les températures de la nuit. Pour avoir la moyenne diurne, on est obligé de s'en tenir aux six observations journalières. Pour obtenir la température moyenne du jour, on pouvait suivre deux procédés : corriger la moyenne de ces six observations d'une quantité déterminée pour chaque mois par les formules calculées par E. Plantamour, ou bien interpoler graphiquement les heures faisant défaut, de 1. h et 4 h. du matin. Comme la station du Saint-Bernard possède un thermomètre à minima, cette dernière méthode a été préférée à la première. Les observations moyennes de chaque mois ont été portées comme ordonnées sur un papier quadrillé à raison de 2 cm. pour 1 °, les heures formant les abscisses à raison de 12 mm. par heure. Le report des observations a été fait deux fois, de façon à laisser les heures de la nuit dans l'intervalle ; les courbes reliant les températures diurnes étaient ensuite complétées en tenant compte de l'inclinaison des deux branches descendante et ascendante, et du minimum moyen obtenu directement.

Cette méthode d'interpolation peut à première vue être considérée comme arbitraire ; elle ne l'est cependant pas autant qu'on pourrait le croire, les inclinaisons des deux branches et la valeur minimum que la courbe peut

atteindre ne permettant pas des tracés fort différents. Nous la croyons au moins aussi exacte que la première méthode indiquée, car elle tient compte de la variation de la température diurne pour chaque mois individuellement, tandis que la première n'en tient compte que comme variation normale.

Les interpolations pour obtenir les moyennes diurnes à Martigny, pour la température, le baromètre ou la fraction de saturation ont été faites de la même façon, mais en tenant compte en outre de la variation de ces éléments pour Genève. Les moyennes diurnes peuvent donc être considérées comme très exactes pour cette station. Nous ne les discuterons toutefois pas dans le présent travail, ces observations n'étant pas complètes pendant toute l'année, et les valeurs normales de cette station étant encore inconnues. Elles semblent présenter plusieurs particularités intéressantes, dues à la position de cette station, au confluent de trois vallées. Il serait donc important de les continuer avec régularité.

La moyenne des 8 observations barométriques à Genève et au Grand Saint-Bernard a été également considérée comme moyenne diurne.

La disposition générale du résumé n'a pas changé ; elle reste analogue à celle qui a été employée pendant de longues années par E. Plantamour. L'année météorologique a été maintenue comme ci-devant, excepté dans le tableau donnant la marche de la température de 5 en 5 jours. Le mois de décembre 1884 ayant été plus chaud de 1°,88 à Genève et de 1°,35 au Saint-Bernard que le mois correspondant de l'année 1883, il s'ensuit que l'année civile 1884 a une température plus élevée de 0°,1 à 0°,2 que l'année météorologique.

Les valeurs normales des différents éléments météorologiques sont toutes empruntées aux *Nouvelles études sur le climat de Genève,* par E. Plantamour. Elles sont les moyennes des 50 années d'observations de 1826 à 1875. Les valeurs normales pour le Grand Saint-Bernard sont fournies par les moyennes des 27 années 1841 à 1867.

Les tableaux suivants donnent pour Genève la température de 3 en 3 heures à partir de 1 h. du matin, les températures des heures de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, étant fournies directement par les thermomètres à renversement de Negretti et Zambra. Le tableau des températures pour le Grand Saint-Bernard fournit les heures de jour de 7 h. du matin à 10 h. du soir de trois en trois heures. Un dernier tableau donne enfin les écarts entre la température de chaque mois et les moyennes précitées.

TEMPÉRATURE A GENÈVE 1884.

ÉPOQUE	1 h.m.	4 h.	7 h.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	
Déc. 1883.	− 0,15	− 0,63	− 0,49	+ 1,05	+ 2,61	+ 1,76	+ 0,91	+ 0,33	+ 0,67	− 1,85	+ 3,94
Janv. 1884	+ 1,82	+ 1,21	+ 1,03	+ 2,67	+ 5,31	+ 5,21	+ 3,49	+ 2,55	+ 2,91	+ 0,14	+ 6,79
Février . .	+ 3,16	+ 2,65	+ 2,46	+ 4,49	+ 6,42	+ 6,23	+ 4,70	+ 3,71	+ 4,23	+ 1,57	+ 7,59
Mars . . .	+ 4,62	+ 3,23	+ 3,28	+ 8,02	+10,44	+11,02	+ 8,77	+ 6,42	+ 6,97	+ 2,02	+12,08
Avril . . .	+ 6,40	+ 4,80	+ 6,07	+ 9,52	+11,78	+12,31	+10,36	+ 8,20	+ 8,68	+ 3,74	+13,82
Mai	+11,80	+10,36	+12,99	+15,78	+17,62	+18,24	+16,32	+13,80	+14,61	+ 9,41	+19,97
Juin. . . .	+11,84	+10 34	+13,28	+15,64	+17,73	+17,92	+15,90	+13,66	+14,54	+ 9,59	+19,36
Juillet. . .	+16,75	+15,00	+17,96	+21,34	+23,41	+23,61	+21,67	+18,41	+19,77	+13,85	+26,15
Août . . .	+15,64	+13,75	+15,78	+20,90	+23,97	+23,87	+20,98	+17,59	+19,06	+12,73	+25,85
Septembre	+12,87	+11,53	+12,18	+16,67	+19,05	+19,04	+16,21	+13,95	+15,19	+10,39	+20,37
Octobre. .	+ 7,15	+ 6,48	+ 6,39	+10,62	+12,87	+12,16	+ 9,78	+ 8,22	+ 9,21	+ 4,70	+13,71
Novembre	+ 2,06	+ 1,88	+ 2,07	+ 3,51	+ 5,05	+ 4,23	+ 2,82	+ 2,00	+ 2,95	+ 0,14	+ 5,58
Hiver . . .	+ 1,57	+ 1,05	+ 0,97	+ 2,70	+ 4,75	+ 4,36	+ 2,99	+ 2,16	+ 2,57	− 0,08	+ 6,07
Printemps	+ 7,62	+ 6,15	+ 7,46	+11,12	+13,29	+13,87	+11,83	+ 9,48	+10,10	+ 5,07	+15,31
Été	+14,77	+13,06	+15,70	+19,33	+21,75	+21,84	+19,55	+16,58	+17,82	+12,10	+23,83
Automne .	+ 7,36	+ 6,63	+ 6,87	+10,27	+12,33	+11,81	+ 9,61	+ 8,06	+ 9,12	+ 5,07	+13,22
Année . .	+ 7,85	+ 6,73	+ 7,77	+10,89	+13,05	+13,00	+11,02	+ 9,09	+ 9,93	+ 5,55	+14,64

TEMPÉRATURE AU SAINT-BERNARD, 1884.

ÉPOQUE.	7 h. m.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.	Température moyenne.
	°	°	°	°	°	°	°
Décembre 1883	− 8,13	− 7,25	− 6,22	− 7,63	− 8,43	− 8,41	− 7,98
Janvier 1884 . .	− 6,10	− 5,06	− 3,87	− 5,26	− 5,99	− 6,13	− 5,88
Février	− 7,12	− 5,49	− 4,38	− 5,45	− 7,42	− 7,68	− 6,81
Mars	− 6,92	− 4,58	− 2,93	− 3,45	− 6,09	− 6,62	− 5,83
Avril	− 5,83	− 1,99	− 1,11	− 2,21	− 4,28	− 4,87	− 4,16
Mai	+ 0,20	+ 4,07	+ 4,94	+ 4,49	+ 1,91	+ 0,99	+ 1,94
Juin	− 1,01	+ 2,42	+ 3,41	+ 2,03	+ 0,28	− 0,56	+ 0,43
Juillet	+ 5,21	+ 8,09	+ 9,34	+ 8,23	+ 6,81	+ 5,88	+ 6,56
Août	+ 4,82	+ 8,25	+ 9,71	+ 8,76	+ 6,74	+ 6,03	+ 6,69
Septembre . . .	+ 2,65	+ 4,33	+ 5,44	+ 4,79	+ 3,41	+ 2,86	+ 3,45
Octobre	− 2,72	− 1,31	− 0,33	− 1,44	− 2,57	− 3,02	− 2,35
Novembre . . .	− 6,84	− 5,58	− 4,44	− 5,60	− 6,53	− 6,91	− 6,29
Hiver	− 7,12	− 5,95	− 4,83	− 6,13	− 7,28	− 7,40	− 6,89
Printemps . . .	− 4,17	− 0,82	+ 0,31	− 0,37	− 2,81	− 3,48	− 2,67
Été	+ 3,05	+ 6,30	+ 7,53	+ 6,39	+ 4,66	+ 3,83	+ 4,60
Automne	− 2,31	− 0,86	+ 0,22	− 0,76	− 1,90	− 2,36	− 1,74
Année	− 2,62	− 0,32	+ 0,82	− 0,20	− 1,82	− 2,34	− 1,66

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1883..	−0,13	−0,39	+0,26
Janvier 1884....	+2,99	+3,16	−0,17
Février	+2,63	+1,80	+0,83
Mars...........	+2,37	+1,49	+0,88
Avril...........	−0,29	−0,89	+0,60
Mai............	+1,41	+1,43	−0,02
Juin	−2,27	−3,66	+1,39
Juillet	+0,96	+0,40	+0,56
Août...........	+1,15	+0,71	+0,44
Septembre......	+0,53	+0,13	+0,40
Octobre	−0,67	−1,87	+1,20
Novembre	−1,60	−0,99	−0,61
Hiver	+1,82	+1,51	+0,31
Printemps	+1,18	+0,69	+0,49
Été............	−0,03	−0,82	+0,79
Automne	−0,58	−0,92	+0,34
Année	+0,59	+0,10	+0,49

Sur les quatre saisons nous en trouvons deux très chaudes, l'hiver et le printemps, une normale, l'été, et la dernière, l'automne, plutôt froide. La température de l'année s'élève de 0°,59 au-dessus de la normale, et peut être considérée comme chaude, l'écart probable de 0°,33 étant dépassé de 0°,26.

Sur les 3 mois de l'hiver, décembre a un écart négatif, mais faible. Les écarts des mois de janvier et février sont très forts ; ils dépassent chacun l'écart probable calculé de + 1°,3. En janvier nous ne trouvons que 3 écarts diurnes négatifs, et en février seulement 5. La température exceptionnellement douce de l'hiver 1884 est donc due à un excès positif permanent pendant ces deux mois. L'écart probable de l'hiver d'après les 50 années 1826 à 1875 étant de ± 0°,89, on voit qu'il est dépassé du double en 1884.

La constance de la chaleur s'est maintenue encore pendant le mois de mars, dont l'écart + 2°,37 dépasse de plus du double l'écart probable ± 1°,10. La moyenne a été de 6°,97. Dans la série des 50 années 1826 à 1875 on ne rencontre que trois mois de mars avec une température plus élevée; en 1831 la température moyenne de ce mois était de + 7°,05, en 1836 et en 1873 + 7°,14. Avril a eu une température un peu inférieure à la normale ; tandis que celle du mois de mai s'élève de nouveau, et cela d'une quantité un peu supérieure à l'écart probable ± 1°,02. La température du printemps est très élevée, 10°,10, dépassant de 0°,54 l'écart probable calculé ± 0°,64.

La température du mois de juin est très basse 14°,54; elle est même inférieure de 0°,07 à celle du mois précédent ; elle occupe le quatrième rang dans la série des 50 années 1826 à 1875, après les mois de juin : 1843 avec

+ 14°,05, 1847 avec + 14°,12 et 1871 avec + 13°,90. L'écart du mois de juin 1884 est presque triple de l'écart probable ± 0°,88. Les deux autres mois de l'été, juillet et août, peuvent être considérés comme chauds, leurs écarts de la normale étant tous les deux positifs et à peu près égaux aux écarts probables de ces mois. Toutefois ils ne réussissent pas à compenser la température du mois de juin, et l'écart de la température de l'été reste négatif, mais faible.

Parmi les trois mois d'automne, septembre a une température supérieure à la normale ; octobre et novembre sont inférieurs à la moyenne. Les trois écarts sont compris dans les limites de l'écart probable assigné à chacun d'eux par le calcul. La température de l'automne est inférieure à la normale d'une quantité ne dépassant que très peu l'écart probable de cette saison.

La marche de la température au Grand Saint-Bernard présente sensiblement le même caractère qu'à Genève ; les signes des écarts pour les différents mois sont les mêmes dans les deux stations, les écarts positifs étant généralement diminués et les écarts négatifs plus forts. La température de l'année peut être considérée comme normale au Saint-Bernard, car elle ne dépasse la moyenne que de 0°,1.

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température.

A Genève, le jour le plus froid — 6°,29, tombe sur le 9 décembre 1883, et le jour le plus chaud + 26°,27 sur le 14 juillet, ce qui donne une amplitude de 32°,56

pour la différence entre le jour le plus chaud et le jour le plus froid de l'année. L'amplitude entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud est de 19°,10. Le plus fort écart négatif, — 7°,52, correspond bien avec le jour le plus froid ; mais le plus fort écart positif, + 10°,29, tombe sur le 12 mars et non sur le 14 juillet, où il n'est que de + 7°,48. La température du 12 mars était de + 14°,55, valeur assignée au 26 mai et au 17 septembre par les moyennes des 50 années 1826 à 1875.

Au Saint-Bernard le jour le plus froid de l'année tombe sur le 18 décembre 1883, avec — 17°,13 comme température moyenne ; le jour le plus chaud, + 13°,58, est le 15 juillet, ce qui donne une amplitude de 30°,71 entre le jour le plus chaud et le jour le plus froid de l'année. L'amplitude entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud est de 14°,67. Les deux écarts extrêmes, — 10°,78 le 12 octobre, et + 11°,27 le 26 décembre 1883, ne coïncident donc pas avec les jours de températures extrêmes. On trouve quelques jours pour lesquels la température était plus élevée au Saint-Bernard qu'à Genève ; ce sont les 25 décembre 1883, 6 et 7 février 1884.

Pendant les trois mois d'hiver, on ne trouve au St-Bernard que 4 jours pour lesquels la température moyenne des 24 heures se soit élevée au-dessus de 0°, et pas un seul mois dans lequel la température moyenne de quelques jours ne soit au-dessous de 0°.

On a relevé pour Genève la température moyenne de 5 en 5 jours pour l'année civile, du 1er janvier au 31 décembre 1884, en inscrivant à côté l'écart, soit la différence avec le chiffre moyen, calculé par la formule déduite des 50 années 1826 à 1875. Lorsque l'écart observé

dépasse les limites de l'écart probable et constitue ainsi une anomalie, le chiffre est mis entre parenthèses. Sur les 73 pentades, on en trouve 44 avec le signe +, et 29 avec le signe — en ce qui concerne l'écart. Sur les 44 écarts positifs, il s'en trouve 27 qui dépassent les limites de l'écart probable ; tous les écarts du mois de janvier sont positifs et 4 dépassent les limites de l'écart probable ; il en est de même des 4 premières pentades de juillet. Sur les 29 écarts négatifs, 16 dépassent les limites de l'écart probable, dont 5 entre le 31 mai et le 24 juin. Le plus fort écart positif, + 5°,95 tombe sur la période du 12 au 16 mars, et le plus fort écart négatif — 5°,15, sur celle du 5 au 9 juin. Les deux plus fortes variations de la température entre deux pentades successives, soit échauffement, soit refroidissement brusque de l'air, ont eu lieu au mois de février, et sont consécutives. Entre la septième et la huitième pentade nous trouvons un abaissement de température de 6°,45, et entre la huitième et la neuvième pentade une élévation de 7°,05.

La période du 10 au 14 juillet donne le chiffre le plus élevé pour la température d'une pentade, soit + 22°,96 celle du 27 au 31 décembre 1884 donne le chiffre le plus bas, soit — 1°,43. L'amplitude entre ces deux périodes extrêmes est donc de 24°,39, soit un chiffre notablement inférieur à l'amplitude moyenne qui est de 27°,88.

La température de l'année civile est de + 10°,09, soit de 0°,16 plus élevée que celle de l'année météorologique, et de 0°,75 supérieure à la normale.

GENÈVE, 1884.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1883 [1]	3	9	16	2	—	—	—	—	-6°,20 le 9	+6°,89 le 15
Janv. 1884.	—	3	22	6	—	—	—	—	-0,90 le 21	+6,79 le 7
Février. . .	—	4	14	10	1	—	—	—	-2,31 le 7	+10,32 le 23
Mars. . . .	—	—	12	14	5	—	—	—	+1,84 le 3	+14,55 le 12
Avril. . . .	—	—	—	22	8	—	—	—	+5,44 le 22	+14,59 le 6
Mai	—	—	—	2	15	13	1	—	+8,28 le 6	+20,31 le 13
Juin	—	—	—	2	17	9	2	—	+9,31 le 8	+20,89 le 28
Juillet . . .	—	—	—	—	3	14	12	2	+12,64 le 27	+26,27 le 14
Août	—	—	—	—	4	13	14	—	+11,94 le 28	+24,27 le 4
Septembre.	—	—	—	—	17	12	1	—	+11,32 le 5	+20,84 le 2
Octobre . .	—	—	1	19	10	1	—	—	+3,99 le 12	+15,02 le 1
Novembre .	—	5	17	8	—	—	—	—	-2,82 le 27	+9,74 le 9
Année . . .	3	21	82	85	80	62	30	2	-6°,29 le 9 décemb. 1883	+26°,27 le 14 juillet 1884.

bre 1883, la température moyenne était de 0°00.

GENÈVE, 1884. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. . 1883	15	16	7	± 2°,57	− 7°,52 le 9	+ 6°,14 le 15	± 1°,89	− 3°,70 le 5	+6°,34 le 12
Janvier 1884	3	28	4	3,18	0,79 le 21	7,11 le 7	1,60	5,41 le 25	3,72 le 27
Février . . .	5	24	4	3,28	3,18 le 7	7,99 le 23	1,71	3,64 le 4	5,72 le 10
Mars	9	22	4	2,91	2,57 le 27	10,29 le 12	1,32	4,54 le 21	4,00 le 11
Avril	18	12	4	2,62	4,32 le 22	7,08 le 6	1,22	4,85 le 11	4,51 le 1
Mai	7	24	5	2,20	3,50 le 6	7,53 le 13	1,68	4,23 le 14	3,96 le 17
Juin	24	6	3	3,00	7,00 le 10	2,86 le 28	1,28	2,61 le 16	2,84 le 11
Juillet	12	19	5	2,91	6,23 le 27	7,48 le 14	1,56	5,95 le 19	3,48 le 13
Août	6	25	3	2,35	5,07 le 28	5,60 le 4	1,53	5,57 le 27	3,18 le 25
Septembre .	14	16	7	2,18	4,81 le 5	4,96 le 22	1,43	5,02 le 23	2,96 le 6
Octobre . . .	21	10	6	1,72	6,54 le 12	3,17 le 30	1,21	5,08 le 11	2,39 le 16-29
Novembre . .	24	6	3	2,55	5,77 le 24	4,17 le 9	1,43	3,59 le 24	5,38 le 8
Année . . .	158	208	55	± 2,62	− 7,52 le 9 décemb. 1883.	+10,29 le 12 mars.	± 1,49	− 5°,95 le 19 juillet 1884.	+6°34, le 12 décemb. 1883

SAINT-BERNARD, 1884.

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	−20° et −15	−15° et −10	−10° et −5	−5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1883.	4	7	10	7	3	—	—	—	−17°,13 le 18	+2°,90 le 26
Janvier 1884 . .	—	8	7	15	1	—	—	—	−13,51 le 12	+1,95 le 31
Février	—	6	15	8	—	—	—	—	−14,65 le 18	−0,58 le 6
Mars	—	4	17	10	—	—	—	—	−12,33 le 22	−0,56 le 18
Avril	—	1	7	22	—	—	—	—	−11,25 le 11	−1,25 le 15
Mai.	—	—	—	8	19	4	—	—	−4,88 le 6	+6,65 le 11
Juin	—	—	—	16	10	4	—	—	−4,65 le 8	+7,70 le 27
Juillet	—	—	—	3	7	14	7	—	−2,23 le 26	+13,58 le 15
Août	—	—	—	3	4	20	4	—	−3,84 le 27	+11,04 le 3
Septembre . . .	—	—	—	7	17	4	2	—	−1,26 le 11	+10,47 le 18
Octobre.	—	2	6	9	14	—	—	—	−10,92 le 12	+2,95 le 22
Novembre . . .	2	9	4	5	10	—	—	—	−16,43 le 24	+2,81 le 10
Année	6	37	66	113	85	46	13	—	−17°,13 le 18 décembre 1883.	+13°,58 le 15 juillet 1884.

SAINT-BERNARD, 1884. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1883 . .	18	13	5	±4°,62	− 9°,61 le 7	+11°,27 le 26	±2°,88	− 6°,04 le 17	+ 8°,31 le 20
Janvier 1884.	10	21	7	4,44	4,60 le 12	11,02 le 31	2,69	11,68 le 12	7,56 le 29
Février . . .	9	20	7	3,22	5,92 le 18	8,44 le 6	2,37	7,13 le 18	4,79 le 4
Mars	10	21	9	2,86	5,76 le 22	6,66 le 14	1,49	8,69 le 21	3,60 le 13
Avril	16	14	9	2,21	7,03 le 11	3,10 le 2	1,84	8,13 le 11	8,46 le 12
Mai	11	20	8	2,68	4,16 le 6	6,67 le 11	2,10	5,63 le 15	6,72 le 16
Juin	25	5	4	4,11	8,86 le 17	2,58 le 27	1,59	5,01 le 16	4,47 le 12
Juillet	12	19	7	3,91	8,61 le 26	7,47 le 15	2,25	7,93 le 19	5,52 le 23
Août	10	21	8	2,75	9,30 le 27	4,65 le 3	2,09	8,93 le 27	6,61 le 31
Septembre .	16	14	6	3,39	5,50 le 4	7,20 le 18	1,58	4,57 le 4	3,86 le 16
Octobre. . .	19	12	6	3,91	10,78 le 12	5,24 le 31	2,62	7,64 le 11	7,65 le 28
Novembre. .	17	13	3	4,88	10,40 le 24	7,19 le 10	1,84	5,69 le 2	4,10 le 25
Année . . .	173	193	79	±3,58	−10,78 le 12 octobre 1884.	+11,27 le 26 décemb. 1883.	±2,11	−11°,68 le 12 janvier.	+ 8 °,4 le 12 avril.

1884. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 2,00	+2,26	30– 4 Juillet	+20,22	(+1,94)
6–10 id.	+ 3,86	(+4,18)	5– 9 id.	+20,23	(+1,69)
11–15 id.	+ 2,43	(+2,73)	10–14 id.	+22,96	(+4,23)
16–20 id.	+ 3,17	(+3,37)	15–19 id.	+22,56	(+3,71)
21–25 id.	+ 0,92	+0,95	20–24 id.	+18,56	–0,33
26–30 id.	+ 4,74	(+4,53)	25–29 id.	+14,55	(–4,32)
31– 6 Février	+ 5,48	(+4,97)	30– 3 Août	+20,13	+1,36
5–11 id.	– 0,61	–1,48	4– 8 id.	+21,69	(+3,10)
10–16 id.	+ 6,86	(+5,57)	9–13 id.	+21,01	(+2,66)
15–19 id.	+ 2,83	+1,10	14–18 id.	+19,51	+1,48
20–24 id.	+ 7,50	(+5,27)	19–23 id.	+18,15	+0,51
25– 1 Mars	+ 3,34	+0,55	24–28 id.	+16,44	–0,76
2– 6 Mars	+ 4,18	+0,86	29– 2 Septemb.	+16,27	–0,43
7–11 id.	+ 7,50	(+3,60)	3– 7 id.	+13,98	(–2,16)
12–16 id.	+10,46	(+5,95)	8–12 id.	+13,46	(–2,06)
17–21 id.	+ 8,67	(+3,54)	13–17 id.	+16,06	+1,22
22–26 id.	+ 4,58	–1,19	18–22 id.	+17,78	(+3,65)
27–31 id.	+ 7,23	+0,80	23–27 id.	+14,21	+0,84
1– 5 Avril	+10,72	(+3,62)	28– 2 Octobre	+13,55	+0,98
6–10 id.	+11,16	(+3,37)	3– 7 id.	+11,33	–0,41
11–15 id.	+ 7,29	–1,20	8–12 id.	+ 8,27	(–2,61)
16–20 id.	+ 7,22	(–1,97)	13–17 id.	+ 7,40	(–2,60)
21–25 id.	+ 6,44	(–3,47)	18–22 id.	+ 9,21	+0,10
26–30 id.	+ 9,24	–1,39	23–27 id.	+ 7,85	–0,36
1– 5 Mai	+11,85	+0,50	28– 1 Novemb.	+ 8,99	(+1,66)
6–10 id.	+11,55	–0,52	2– 6 id.	+ 4,18	(–2,26)
11–15 id.	+17,14	(+4,36)	7–11 id.	+ 7,57	(+1,99)
16–20 id.	+16,02	(+2,54)	12–16 id.	+ 3,34	–1,41
21–25 id.	+16,58	(+2,41)	17–21 id.	+ 1,72	(–2,23)
26–30 id.	+14,75	–0,08	22–26 id.	– 0,88	(–4,09)
31– 4 Juin	+13,63	(–1,83)	27– 1 Décemb.	– 0,41	(–2,92)
5– 9 id.	+10,90	(–5,15)	2– 6 id.	+ 3,13	+1,25
10–14 id.	+13,86	(–2,75)	7–11 id.	+ 5,53	(+4,20)
15–19 id.	+13,57	(–3,55)	12–16 id.	+ 5,08	(+4,24)
20–24 id.	+14,74	(–2,83)	17–21 id.	+ 3,42	(+2,98)
25–29 id.	+19,48	+1,52	22–26 id.	+ 0,68	+0,55
			27–31 id.	– 1,43	–1,33

GENÈVE, 1884. — INDICATIONS DES THERMOMÉTROGRAPHES.

ÉPOQUE.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1883 ...	— 8,8	le 9	+ 12,0	le 15	20	4
Janv. 1884 ..	— 4,3	le 23, 25	+ 14,6	le 31	13	0
Février......	— 3,9	le 7	+ 14,0	le 22	7	2
Mars........	— 2,5	le 3	+ 19,7	le 20	7	0
Avril........	— 2,0	le 22	+ 19,6	le 6	3	0
Mai	+ 4,7	le 6	+ 27,5	le 12	0	0
Juin	+ 4,9	le 18	+ 26,8	le 28	0	0
Juillet.......	+ 8,8	le 27	+ 33,6	le 17	0	0
Août........	+ 5,0	le 28	+ 32,3	le 11	0	0
Septembre...	+ 6,0	le 28	+ 26,2	le 2	0	0
Octobre	— 1,2	le 26	+ 21,5	le 3	2	0
Novembre ...	— 7,6	le 24, 27	+ 13,7	le 9	15	1
Année	— 8,8	le 9 déc. 1883.	+ 33,6	le 17 juill. 1884.	67	7

SAINT-BERNARD, 1884.

Époque.	Min. absolu.	Date.	Maximum.	Date.
	°		°	
Déc. 1883.	—19,2	le 6	+ 5,8	le 26 à 1 h. s.
Janv. 1884	—15,5	le 12	+ 4,7	le 31 à 1 h. s.
Février. ..	—16,0	le 18	+ 3,0	le 6 à 1 h. s.
Mars.....	—15,2	le 23	+ 4,7	le 17 à 1 h. s.
Avril.	—13,8	le 12	+ 4,4	le 15 à 1 h. s.
Mai......	— 8,8	le 6	+12,0	le 10 à 4 h. s.
Juin......	— 6,6	le 18	+11,1	le 27 à 10 h. m.
Juillet....	— 3,2	le 26	+17,1	le 16 à 7 h. m.
Août.....	— 5,0	le 28	+15,6	le 5 à 1 h. s.
Septembre.	— 5,0	le 6	+13,1	le 17 à 1 h. s.
Octobre ..	—14,1	le 12	+ 6,9	le 22 à 1 h. s.
Novembre.	—18,2	le 24	+ 6,2	le 10 à 1 h. s.
Année ...	—19,2	le 6 déc. 1883.	+17,1	le 16 juillet à 7 h. m.

Le minimum absolu de l'année enregistré à Genève, au thermométrographe est de — 8°,8, le 9 décembre

1883 ; ce chiffre est plus faible que le minimum absolu calculé d'après les valeurs des 50 années 1826 à 1875, qui est de — 10°,8. Le maximum absolu de l'année 1884, + 33°,6 le 17 juillet, est plus élevé de 2°,0 que le maximum absolu normal + 31°,6. L'amplitude totale entre les deux températures extrêmes enregistrées en 1884 est donc de 42°,4.

Le minimum s'est abaissé le 23 avril pour la dernière fois au printemps au-dessous de 0° jusqu'à — 0°,1 ; la dernière gelée blanche un peu forte avait eu lieu la veille et la température minimale de la nuit avait été de — 2°,0. La première gelée blanche de l'automne a eu lieu le 13 octobre, et le minimum descendait pour la première fois de la saison au-dessous de 0° à — 0°,7. Rappelons que la dernière gelée blanche du printemps a lieu en moyenne le 19 avril et la première de l'automne le 29 octobre.

Comme nous l'avons déjà mentionné, la station météorologique du Saint-Bernard a été pourvue d'un thermomètre à minimum, qui a été contrôlé à l'observatoire de Genève. Les températures minima sont donc absolues, tandis que les maxima sont les températures extrêmes observées pendant les six observations tri-horaires de 7 h. du matin à 10 h. du soir. Le minimum absolu de l'année au Saint-Bernard — 19°,2, a eu lieu le 6 décembre 1883 et le maximum relatif + 17°,1, le 16 juillet à 7 h. du matin ; l'heure est tout à fait anormale et doit avoir une explication locale. Le 16 juillet un vent chaud et orageux soufflait depuis la veille et la température allait en décroissant depuis 7 h. m. sous l'influence de la pluie et d'un ciel couvert ; le maximum de température a dû avoir lieu pendant la nuit. La veille le thermomètre était monté à 16°,3 à 1 h. du soir. L'amplitude entre les deux températures extrêmes est de 36°,3.

Température du Rhône en 1884.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853-1875	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1883 . .	+ 6,64	+0,03	+ 5,9 le 10	+ 8,4 le 1 et le 3.	+ 5,97
Janvier 1884 . . .	+ 6,08	+0,97	+ 5,8 les 18, 26, 29 et 31	+ 6,6 le 2	+ 3,17
Février	+ 5,93	+0,97	+ 5,3 le 11	+ 6,2 14, 21, 22, 25, 27–29	+ 1,70
Mars	+ 6,95	+0,83	+ 6,0 les 1 et 4	+ 7,7 les 29 et 31	— 0,02
Avril	+ 9,43	+0,65	+ 8,6 les 15 et 21	+11,2 le 30	+ 0,75
Mai	+13,20	+1,48	+ 8,3 le 5	+16,4 le 27	— 1,41
Juin	+14,64	—0,70	+ 8,6 le 10	+19,6 le 30	+ 0,10
Juillet	+19,46	+1,37	+12,3 le 26	+21,6 le 9	— 0,31
Août	+20,53	+1,88	+15,7 le 30	+21,9 le 13	+ 1,47
Septembre.	+16,67	—0,40	+12,2 le 10	+18,4 les 2 et 20	+ 1,48
Octobre	+13,45	—0,53	+ 8,1 le 14	+17,4 le 3	+ 4,24
Novembre	+ 9,46	—0,17	+ 6,1 les 24 et 25	+11,6 le 3	+ 6,51
Année.	+11,88	+0,54	+ 5,3 le 11 février.	+21,9 le 13 août.	+ 1,95

Température du Rhône en 1884.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
Décembre 1883	±0°,47	— 1°,2 le 10	+0°,9 le 31	±0°,27	— 0°,6 le 7	+ 0°,7 le 11
Janvier [1] 1884.	1,06	+ 0,9 3,5,9,10,12	+1,4 le 16	0,16	— 0,3 le 3, 9, 17	+ 0,4 le 16
Février [1]. . . .	0,91	+ 0,4 11 [14,18	+1,2 le 4, 5 et 14	0,12	— 0,6 le 6	+ 0,7 le 12
Mars [1].	0,75	+ 0,5 4,25,28,31	+1,2 le 20	0,13	— 0,4 le 21	+ 0,3 le 5 et le 14
Avril	0,99	— 0,5 le 22	+2,2 le 3	0,26	— 0,3 le 11, 19 et 26	+ 1,4 le 1
Mai	1,93	— 2,2 le 5	+3,3 le 27	0,65	— 3,2 le 15	+ 1,9 le 10
Juin	1,79	— 6,2 le 10	+2,8 le 30	0,79	— 4,3 le 6	+ 2,0 le 11
Juillet	2,80	— 6,2 le 26	+4,0 le 5 et le 9	0,79	— 4,5 le 25	+ 1,7 le 9
Août.	2,03	— 2,7 le 30	+3,1 le 13	0,66	— 2,8 le 30	+ 1,2 le 2
Septembre . .	1,54	— 5,5 le 10	+1,6 le 30	0,55	— 3,9 le 5	+ 0,6 le 30
Octobre	1,06	— 6,0 le 14	+2,0 le 3	0,40	— 0,8 le 11	+ 4,0 le 15
Novembre . . .	0,76	— 2,6 le 24	+1,1 le 12	0,33	— 1,8 le 20	+ 1,7 le 26

[1] Pendant les mois de janvier, février et mars les écarts ont toujours été positifs.

GENÈVE, 1884. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h.	7 h.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1883	730,08	+0,04	−0,18	−0,06	+0,38	−0,35	−0,23	+0,13	+0,26
Janvier 1884 .	733,60	0,00	−0,30	−0,10	+0,53	−0,16	−0,27	+0,13	+0,17
Février	728,38	+0,15	+0,01	+0,19	+0,56	−0,16	−0,63	−0,20	+0,08
Mars	725,46	+0,32	+0,15	+0,48	+0,58	−0,30	−0,94	−0,43	+0,15
Avril	719,74	+0,31	+0,12	+0,46	+0,36	−0,30	−0,81	−0,39	+0,26
Mai	727,43	+0,08	+0,03	+0,50	+0,48	−0,16	−0,66	−0,48	+0,20
Juin	726,10	+0,11	+0,02	+0,38	+0,34	−0,17	−0,56	−0,40	+0,29
Juillet	727,98	−0,04	+0,02	+0,62	+0,51	−0,10	−0,58	−0,55	+0,13
Août.	727,85	+0,25	+0,19	+0,61	+0,52	−0,26	−0,80	−0,63	+0,13
Septembre . .	729,09	+0,17	+0,04	+0,41	+0,52	−0,20	−0,76	−0,34	+0,17
Octobre	729,21	+0,08	−0,16	+0,18	+0,45	−0,29	−0,55	−0,01	+0,30
Novembre . . .	730,60	+0,29	+0,06	+0,19	+0,49	−0,28	−0,53	−0,20	−0,03
Hiver	730,74	+0,06	−0,16	+0,01	+0,49	−0,22	−0,37	+0,03	+0,17
Printemps. . .	724,26	+0,23	+0,10	+0,48	+0,48	−0,25	−0,80	−0,44	+0,20
Été	727,32	+0,11	+0,07	+0,54	+0,46	−0,18	−0,65	−0,53	+0,18
Automne . . .	729,63	+0,18	−0,02	+0,26	+0,48	−0,25	−0,62	−0,18	+0,15
Année.	727,98	+0,15	0,00	+0,32	+0,47	−0,23	−0,61	−0,28	+0,18

SAINT-BERNARD, 1884. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h.	4 h.	7 h.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1883.	562,75	+0,06	−0,02	−0,19	+0,28	−0,14	−0,15	−0,01	+0,17
Janvier 1884 . .	566,97	+0,10	−0,22	−0,31	+0,14	−0,17	−0,12	+0,27	+0,31
Février	563,44	+0,34	−0,06	−0,08	+0,18	−0,11	−0,26	−0,06	+0,04
Mars	561,56	+0,17	−0,27	−0,29	+0,02	0,00	−0,12	+0,20	+0,30
Avril	557,33	+0,18	−0,29	−0,34	−0,04	+0,08	−0,01	+0,13	+0,30
Mai.	566,56	+0,06	−0,31	−0,19	+0,01	0,00	−0,05	+0,15	+0,33
Juin	564,20	−0,03	−0,44	−0,33	−0,07	+0,08	+0,10	+0,27	+0,43
Juillet	569,33	+0,14	−0,31	−0,15	−0,02	−0,05	0,00	+0,11	+0,27
Août	569,18	+0,34	−0,03	−0,28	+0,07	−0,08	−0,16	−0,04	+0,18
Septembre . . .	568,83	+0,13	−0,26	−0,30	+0,12	+0,04	−0,03	+0,07	+0,23
Octobre.	565,23	+0,17	−0,24	−0,28	+0,06	−0,15	−0,16	+0,22	+0,38
Novembre . . .	564,33	+0,47	+0,11	−0,06	+0,10	−0,21	−0,26	−0,11	−0,03
Hiver.	564,35	+0,16	−0,10	−0,20	+0,20	−0,14	−0,17	+0,07	+0,18
Printemps . . .	561,86	+0,14	−0,29	−0,27	0,00	+0,02	−0,06	+0,16	+0,31
Été.	567,61	+0,15	−0,26	−0,25	−0,01	−0,02	−0,02	+0,11	+0,29
Automne	566,12	+0,25	−0,13	−0,21	+0,09	−0,11	−0,15	+0,06	+0,20
Année	564,98	+0,18	−0,19	−0,24	+0,07	−0,06	−0,10	+0,10	+0,24

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h.	4 h.	7 h.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.
Hiver.	166,39	−0,10	−0,06	+0,21	+0,29	−0,08	−0,20	−0,04	−0,01
Printemps . . .	162,40	+0,09	+0,39	+0,75	+0,48	−0,27	−0,74	−0,60	−0,11
Été.	159,71	−0,04	+0,33	+0,79	+0,47	−0,16	−0,63	−0,64	−0,11
Automne	163,51	−0,07	+0,11	+0,47	+0,39	−0,14	−0,47	−0,24	−0,05
Année	163,00	−0,03	+0,19	+0,56	+0,40	−0,17	−0,51	−0,38	−0,06

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 40 années 1836-1875, et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-1867, on trouve les écarts suivants :

Époque.	ÉCARTS Genève.	Saint-Bernard.	Genève–St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1883	+ 2,12	+ 0,43	+1,69
Janvier 1884..	+ 6,23	+ 6,48	—0,25
Février	+ 1,54	+ 3,20	—1,66
Mars	+ 0,43	+ 1,85	—1,42
Avril	— 5,03	— 4,30	—0,73
Mai	+ 2,19	+ 2,72	—0,53
Juin	— 1,09	— 2,91	+1,82
Juillet	+ 0,33	+ 0,85	—0,52
Août	+ 0,19	+ 0,78	—0,59
Septembre....	+ 1,46	+ 1,38	+0,08
Octobre	+ 2,71	+ 0,63	+2,08
Novembre	+ 4,75	+ 2,30	+2,45
Année mét. 1884.	+ 1,34	+ 1,10	+0,24

Dans les deux stations le baromètre a été plus élevé que la normale et cela de plus d'un millimètre. Les signes des écarts concordent dans les deux endroits ; on en rencontre 10 positifs et 2 négatifs seulement. Le mois d'avril présente surtout un fort écart négatif, tandis que les mois de janvier, février, mai et novembre possèdent de forts écarts positifs. On compte sept mois pour lesquels la pression atmosphérique a été relativement plus faible à Genève qu'au Saint-Bernard ; la somme des écarts est néanmoins positive, les différences négatives étant relativement faibles et ne dépassant 1^{mm} que pour les mois de février et mars. Sur les 5 écarts positifs 4 dépassent $1^{mm},5$ et deux 2^{mm}. La différence moyenne est de + $0^{mm},24$.

Avec les données suivantes pour l'année 1884 : 727^{mm},98 et 564^{mm},98 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations ; + 9°,93 et — 1°,66 pour la température moyenne ; 0,76 et 0,80 pour la fraction moyenne de saturation, on trouve d'après les tables hypsométriques de E. Plantamour 2068^{m},8 pour la différence d'altitude des deux stations ; le nivellement direct avec le niveau à lunette a donné 2070^{m},3.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans chaque station, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la valeur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les minima et les maxima absolus tels qu'ils ont été obtenus au moyen du barographe.

A Genève le maximum moyen est de 741^{mm},03 et le minimum moyen de 705^{mm},05, tandis que les mêmes valeurs pour l'année 1884 ont été de 741^{mm},93 et 713^{mm},14. Ce minimum absolu de l'année 1884 est très élevé ; pendant la période des 40 années 1836 à 1875 on ne rencontre pas une année pour laquelle il ait été aussi haut. L'année qui s'en rapproche le plus est 1851 avec un minimum barométrique absolu de 710^{mm},26. L'amplitude de l'excursion barométrique est également très faible, 28^{mm},79 seulement ; il faut remonter à 1851 pour en trouver une moins forte 28^{mm},06.

GENÈVE, 1884. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1883 .	6	25	6	± 4,27	- 8,12 le 4	+10,51 le 24	±3,16	-11,50 le 4	+ 6,31 le 5
Janv. 1884.	4	27	2	7,20	- 9,92 le 27	+12,92 le 20	2,78	- 9,33 le 25	+ 8,20 le 29
Février. . .	15	14	7	3,08	- 4,84 le 29	+11,84 le 4	2,16	- 5,03 le 15	+ 6,56 le 3
Mars	16	15	4	3,72	- 6,50 le 11	+ 7,80 le 15	1,87	- 4,59 le 7	+ 8,28 le 13
Avril. . . .	29	1	2	4,95	- 8,93 le 18	+ 1,28 le 12	1,68	- 4,53 le 29	+ 5,16 le 27
Mai	8	23	6	3,46	- 4,58 le 5	+ 8,19 le 9	2,38	- 4,86 le 17	+ 6,32 le 1
Juin	16	14	7	2,03	-11,73 le 3	+ 2,54 le 26	1,78	- 5,68 le 2	+ 7,79 le 4
Juillet . . .	13	18	8	1,63	- 4,02 le 10	+ 3,71 le 31	1,39	- 2,24 le 8	+ 3,44 le 26
Août	15	16	8	1,12	- 4,42 le 26	+ 2,75 le 30	1,05	- 3,40 le 26	+ 4,72 le 30
Septembre.	9	21	4	3,59	- 9,89 le 4	+ 7,17 le 17	2,05	- 4,54 le 4	+ 5,20 le 23
Octobre . .	9	22	4	4,59	- 6,81 le 10	+10,55 le 17	2,10	- 5,62 le 6	+ 4,46 le 25
Novembre .	5	25	3	5,60	- 5,81 le 21	+10,35 le 9	2,23	- 6,83 le 29	+ 5,47 le 24
Année . . .	145	221	61	±3,77	-11,73 le 3 juin 1884	+12,92 le 20 janvier	±2,05	-11,50 le 4 décemb. 1883	+ 8,28 le 13 mars

SAINT-BERNARD, 1884. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1883 .	10	21	6	± 4,19	- 9,46 le 4	+10,61 le 26	±2,67	- 9,65 le 4	+ 4,03 le 18
Janv. 1884 .	6	25	4	6,90	- 9,33 le 30	+12,81 le 10	3,46	-14,81 le 30	+18,58 le 31
Février . .	6	23	3	4,13	- 2,83 le 28	+11,32 le 5	1,74	- 5,64 le 1	+ 4,69 le 3
Mars. . . .	15	16	6	3,96	- 4,85 le 25	+10,57 le 15	1,86	- 5,72 le 21	+ 4,66 le 13
Avril. . . .	25	5	6	4,37	- 9,10 le 19	+ 1,70 le 2	1,52	- 5,14 le 14	+ 4,60 le 12
Mai	8	23	6	3,60	- 4,55 le 5	+ 7,98 le 10	1,79	- 3,26 le 18	+ 4,83 le 8
Juin	23	7	5	3,32	-10,67 le 3	+ 2,92 le 27	1,65	- 5,07 le 3	+ 3,73 le 4
Juillet . . .	10	21	6	2,11	- 3,98 le 28	+ 5,39 le 13	1,45	- 4,41 le 25	+ 3,52 le 12
Août	8	23	4	2,05	- 7,67 le 27	+ 4,24 le 4	1,11	- 4,15 le 27	+ 3,06 le 28
Septembre .	7	23	6	3,49	-10,45 le 4	+ 8,40 le 17	1,74	- 8,17 le 4	+ 4,08 le 6
Octobre . .	13	18	6	3,97	- 9,42 le 11	+ 9,89 le 31	2,12	- 4,74 le 23	+ 4,38 le 25
Novembre .	12	18	3	5,10	- 8,21 le 22	+10,98 le 9	1,90	- 5,64 le 29	+ 4,17 le 24
Année . . .	143	223	61	±3,92	-10,67 le 3 juin	+12,81 le 10 janvier	±1,92	-14,81 le 30 janvier	+18,58 le 31 janvier

GENÈVE, 1884.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1883.	718,20	le 4	738,82	le 24	20,62
Janv. 1884.	714,84	le 27	741,93	le 21	27,09
Février ...	720,15	le 29	740,05	le 4	19,90
Mars.....	716,82	le 30	734,21	le 15	17,39
Avril.....	713,99	le 18	726,99	le 12	13,00
Mai......	716,89	le 5	734,51	le 9	17,62
Juin	713,14	le 3	730,98	le 26	17,84
Juillet....	722,22	le 10	732,59	le 31	10,37
Août.....	722,01	le 26	731,43	le 1	9,42
Septembre.	715,62	le 4	735,52	le 18	19,90
Octobre ..	718,63	le 10	737,65	le 16	19,02
Novembre.	718,58	le 21	737,36	le 9	18,78
Année....	713,14	le 3 juin.	741,93	le 21 janv.	28,79

SAINT-BERNARD, 1884.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1883.	548,77	le 4	572,40	le 25	23,63
Janv. 1884.	552,97	le 28	574,93	le 19	21,96
Février...	556,51	le 28	571,94	le 5	15,43
Mars.....	554,56	le 26	570,58	le 14	16,02
Avril.....	552,66	le 25	563,85	le 12	11,19
Mai......	556,81	le 5	572,44	le 22	15,63
Juin	554,15	le 3	571,40	le 27	17,25
Juillet....	563,60	le 28	574,88	le 13	11,28
Août.....	559,54	le 27	573,85	le 4	14,31
Septembre.	556,58	le 4	576,19	le 17	19,61
Octobre ..	554,67	le 11	573,78	le 17	19,11
Novembre.	553,16	le 22	574,20	le 9	21,04
Année....	548,77	le 4 déc. 1883	576,19	le 17 sept. 1884.	27,42

GENÈVE, 1884. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	1 h. m	4 h.	7 h.	10 h.	1 h. s.	4 h.	7 h.	10 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1883 .	910	924	903	876	821	830	857	870	873	550	1000, 32 fois
Janvier 1884	849	886	905	868	741	735	803	833	828	350	1000, 16 »
Février. . .	862	861	870	808	727	742	825	850	818	450	1000, 27 »
Mars	763	823	826	646	517	504	615	730	678	290	980, » »
Avril	789	867	812	656	550	525	632	719	694	300	1000, 3 fois
Mai	798	859	778	625	571	564	650	741	698	290	1000, 4 »
Juin	810	875	779	640	545	535	633	719	692	340	1000, 1 »
Juillet . . .	811	884	790	631	532	538	635	783	700	260	1000, 5 »
Août	843	934	845	652	539	542	665	792	726	320	1000, 7 »
Septembre .	898	921	920	739	629	641	776	861	798	420	1000, 17 »
Octobre . .	860	890	882	719	590	633	756	829	770	410	1000, 8 »
Novembre .	908	912	902	857	772	813	865	898	866	500	1000, 52 »
Hiver. . . .	874	891	893	851	764	770	828	851	840	350	1000, 75 fois
Printemps .	783	850	805	642	546	531	632	730	690	290	1000, 7 »
Été.	821	898	805	641	539	538	647	765	706	260	1000, 13 »
Automne . .	888	908	901	771	663	695	798	862	811	410	1000, 77 »
Année . . .	842	887	851	726	627	633	725	802	762	260	1000, 172 fois

Lors du changement adopté pour les heures et le système d'observation, il a été décidé de ne pas conserver la tension de la vapeur, et de s'en tenir à la fraction de saturation seule. L'humidité de l'air ne peut donc être jugée que par celle-ci. Les cas de saturation ne sont plus

comparables aux chiffres employés précédemment comme moyennes, les heures et le nombre des observations ayant changé ; de plus dans le nouveau système interviennent les heures de la nuit présentant l'humidité la plus forte. Sur les 172 cas de saturation pendant l'année 1884, on en compte plus de la moitié, soit 87, qui se sont produits soit à 1 h. soit à 4 h. du matin. On est donc obligé d'introduire une nouvelle notion, qui était superflue dans les anciens résumés annuels, mais que E. Plantamour a employée dans ses *Nouvelles études sur le climat de Genève,* celle de la « fréquence relative de la saturation. » Si l'on compare l'année 1884 au point de vue hygrométrique avec la moyenne des 29 années 1849-1875, on trouve les écarts suivants pour la fraction moyenne de saturation et la fréquence relative des cas de saturation.

	ÉCARTS	
	Fraction de saturation.	Fréquence relative de saturation. mm
Décembre 1883....	+ 8	+ 0,025
Janvier 1884......	— 29	— 0,059
Février...........	— 1	+ 0,059
Mars..............	— 76	— 0,039
Avril	— 3	+ 0,001
Mai	— 6	+ 0,006
Juin	— 6	— 0,004
Juillet............	+ 21	+ 0,021
Août.............	+ 16	+ 0,029
Septembre	+ 28	+ 0,069
Octobre	— 61	— 0,040
Novembre	+ 33	+ 0,222
Année	— 6	+ 0,023

L'année 1884 peut être considérée comme sèche,

l'écart de la fraction moyenne de saturation étant négatif, mais faible. Il est vrai que la fréquence des cas de saturation est plus élevée que la normale, et cela d'une quantité considérable ; mais cela tient surtout à la grande quantité de cas de saturation pendant le mois de novembre, mois pour lequel l'écart est excessivement fort. Il n'y a pas eu moins de 52 cas de saturation, dus à la fréquence des brouillards. Comme nous le verrons dans un tableau ultérieur, on compte 23 jours de brouillard, dont 14 où il a duré sans interruption. Ce brouillard était parfois si épais qu'on n'apercevait pas un bec de gaz à cinquante mètres de distance. Il a produit plus de $1^{mm},5$ d'eau mesurée au pluviomètre. Les mois de mars et octobre sont particulièrement secs ; nous verrons que la quantité d'eau tombée est pour ces deux mois de beaucoup inférieure à la moyenne.

Les observations des vents pendant l'année 1884 sont résumées dans les deux tableaux suivants ; le premier indique pour chaque mois, et pour l'année, le chiffre représentant l'intensité de chaque vent, d'après le nombre de fois qu'il a été noté dans les 6 observations faites journellement, en tenant compte à chaque observation de sa force. Celle-ci est représentée par des facteurs résultant d'une simple estimation et allant de 0 à 3 ; dans le cas de vents très violents le facteur 4 a été employé exceptionnellement. Le second de ces tableaux donne le rapport de l'intensité des vents soufflant entre le nord et le nord-est aux vents soufflant entre le sud et le sud-ouest, d'après les chiffres notés pour chaque direction dans le tableau précédent ; on y trouve également la direction et l'intensité de la résultante de tous les vents, calculées au moyen de la formule de Lambert.

Vents observés à Genève, dans l'année 1884.

	Décemb. 1883.	Janvier 1884.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme..	6	5	3	3	0	2	2	9	4	3	5	2	44
N	40	24	47	85	85	75	82	56	54	53	49	24	674
NNE...	21	15	14	18	11	11	20	12	18	10	20	17	187
NE	10	9	8	3	2	4	23	11	7	3	9	7	96
ENE...	10	3	1	3	3	1	7	4	1	3	4	16	56
E......	24	20	3	1	2	4	7	8	8	5	9	16	107
ESE ...	2	0	2	2	2	1	1	8	3	2	0	5	28
SE.....	22	13	2	0	0	4	0	4	7	3	1	9	65
SSE....	14	10	6	3	2	8	5	7	6	2	3	2	68
S	60	47	43	41	36	34	22	26	38	65	49	41	502
SSO....	15	12	24	19	12	24	16	16	16	13	13	12	192
SO	16	9	7	9	5	6	0	6	11	9	9	15	102
OSO ...	8	5	6	2	1	2	3	5	4	0	2	4	42
O	19	11	7	3	4	5	5	13	7	10	7	17	108
ONO ...	4	6	2	1	2	1	3	1	0	1	1	1	23
NO	9	3	1	5	9	3	5	3	3	4	1	8	54
NNO...	2	6	1	3	6	5	7	5	5	4	4	2	50

	RAPPORT Vents NE. à SO.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1883.	0,78	S 24°,2 E	22,1	3,2
Janvier 1884...	0,71	S 21,1 E	17,0	2,7
Février........	0,91	S 37,8 O	8,6	1,7
Mars	1,54	N 13,5 O	23,4	1,6
Avril	1,85	N 10,5 O	32,1	0,0
Mai...........	1,41	N 15,2 O	13,2	1,1
Juin	3,29	N 11,2 E	49,6	1,1
Juillet.........	1,65	N 9,4 E	13,2	4,8
Août..........	1,22	N 13,9 E	5,0	2,1
Septembre	0,76	S 27,5 O	9,8	1,7
Octobre	1,10	N 31,4 E	5,4	2,7
Novembre......	0,71	S 34,4 E	10,6	1,1
Année.........	1,20	N 10°0 E	6,6	2,0

Les chiffres de la dernière colonne du tableau précédent qui donnent la somme pour l'année entière, se rapportent au nombre total de 2196 observations faites dans l'année, au lieu de 3285 faites d'après l'ancien système. Ces chiffres ne sont donc pas directement comparables ; il faut préalablement les réduire au nombre proportionnel de 1000 observations pour les comparer aux valeurs moyennes déduites des 29 années 1847-1875. On obtient alors :

Intensité relative des différents vents sur 1000 observations.

	Année 1884	Moyenne des 29 années 1847-75	Écarts
Calme	20	57	— 37
Nord.............	307	265	+ 42
Nord-Nord-Est....	85	200	— 115
Nord-Est.........	44	48	— 4
Est-Nord-Est.....	26	7	+ 19
Est..............	49	22	+ 27
Est-Sud-Est......	13	7	+ 6
Sud-Est..........	30	20	+ 10
Sud-Sud-Est......	31	23	+ 8
Sud	229	110	+ 119
Sud-Sud-Ouest....	87	196	— 109
Sud-Ouest........	46	125	— 79
Ouest-Sud-Ouest..	19	27	— 8
Ouest............	49	32	+ 17
Ouest-Nord-Ouest..	10	5	+ 5
Nord-Ouest.......	25	17	+ 8
Nord-Nord-Ouest..	23	33	— 10

On remarque que les vents venant directement du N. ou du S. ont soufflé en 1884 avec une intensité plus forte que la normale ; mais pour avoir égard à la configu-

ration et à l'orientation de la vallée, on est obligé de considérer encore les vents du N.-N.-E., du N.-E., et du S.-S.-O. et S.-O. pour obtenir un résultat indiquant la force des courants polaires ou équatoriaux. On voit que pour ces quatre directions il y a diminution notable, et qu'en prenant la somme des écarts des trois directions pour chacun de ces courants, elles sont toutes deux négatives. Il y a donc eu diminution d'intensité pour ces deux courants.

On retrouvera le même fait dans le tableau suivant qui donne le relevé des jours de forte bise et de fort vent du midi. Le nombre moyen des jours de forte bise dans l'année est de 42, et celui de fort vent du midi de 44. Il y a une réduction notable pour chacun de ces chiffres; on trouve 20 jours de forte bise et 32 jours de fort vent en moins que la moyenne. La diminution de la force du vent porte donc surtout sur le courant équatorial.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1883 ...	3	0
Janvier 1884......	1	1
Février...........	0	0
Mars.............	3	1
Avril.............	0	2
Mai...............	1	2
Juin..............	8	1
Juillet...........	0	0
Août..............	1	1
Septembre........	0	0
Octobre..........	3	2
Novembre........	2	0
Hiver............	4	1
Printemps........	4	5
Été..............	9	2
Automne.........	5	2
Année...........	22	10

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1884 sont :

ÉPOQUE.	VENTS. NE.	SO.	Rapport.	RÉSULTANTE. Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1883.	263	22	11,95	N 45° E	129,6	0,0
Janv. 1884.	252	13	19,43	N 45 E	128,5	0,0
Février...	84	140	0,60	S 45 O	32,2	0,0
Mars.....	177	80	2,21	N 45 E	52,2	0,0
Avril.....	143	108	1,32	N 45 E	19,4	0,0
Mai......	109	137	0,80	S 45 O	15,1	0,0
Juin......	232	33	7,03	N 45 E	110,6	0,0
Juillet....	181	75	2,41	N 45 E	57,0	0,0
Août.....	213	25	8,52	N 45 E	101,1	0,0
Septembre.	139	109	1,28	N 45 E	16,7	0,0
Octobre ..	229	26	8,81	N 45 E	109,1	0,0
Novembre.	162	70	2,31	N 45 E	51,1	0,0
Année....	2184	838	2,61	N 45 E	61,3	0,0

Pluie ou neige, dans l'année 1884.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	SAINT-BERNARD. Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Hauteur de la neige. m
Décemb. 1883.	11	63,2	74	8	83,2	1,70
Janvier 1884..	8	34,2	35	7	100,5	1,53
Février	12	38,8	40	8	64,6	1,16
Mars	1	0,5	1	3	16,7	0,29
Avril	14	28,1	37	18	166,7	1,78
Mai	17	77,5	83	11	124,7	2,50
Juin..........	11	32,5	32	13	131,1	0,98
Juillet	17	97,8	43	12	119,0	0,04
Août	14	52,1	39	12	77,7	0,07
Septembre....	11	68,9	76	12	146,9	0,33
Octobre......	8	29,6	22	4	17,7	0,24
Novembre....	16	18,2	45	7	31,0	0,86
Hiver........	31	136,2	149	23	248,3	4,39
Printemps....	32	106,1	121	32	308,1	4,57
Été..........	42	182,4	114	37	327,8	1,09
Automne.....	35	116,7	143	23	195,6	1,43
Année.......	140	541,4	527	115	1079,8	11,48

La comparaison de l'année 1884 avec la moyenne des 50 années 1826-1875, pour Genève, et avec celle des 27 années 1848-1867, pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie et pour la quantité d'eau tombée :

	ÉCARTS A GENÈVE		ÉCARTS AU St.-BERNARD	
	Jours de pluie.	Eau tombée. mm	Jours de pluie.	Eau tombée. mm
Décembre 1883.	+ 2	+ 12,2	0	+ 10,1
Janvier 1884...	— 2	— 14,6	— 4	— 28,6
Février	+ 4	+ 2,3	— 1	— 29,0
Mars	— 9	— 46,7	— 9	— 80,2
Avril	+ 4	— 28,7	+ 7	+ 46,6
Mai	+ 5	— 1,6	0	+ 4,6
Juin	0	— 43,5	+ 3	+ 29,8
Juillet	+ 8	+ 27,0	+ 3	+ 43,9
Août	+ 4	— 28,3	+ 3	— 8,1
Septembre.....	+ 1	— 25,3	+ 3	+ 30,9
Octobre.......	— 4	— 71,4	— 6	—124,6
Novembre.....	+ 5	— 55,8	— 3	— 67,5
Hiver	+ 4	— 0,1	— 5	— 47,5
Printemps.....	0	— 77,0	— 2	— 29,0
Été...........	+12	— 44,8	+ 9	+ 65,6
Automne	+ 2	—152,5	— 6	—161,2
Année	+18	—274,4	— 4	—172,1

Malgré un excédent de 18 jours de pluie à Genève, la quantité d'eau tombée est considérablement inférieure à la normale. L'année 1884 est excessivement sèche ; pendant la période des 50 années 1826 à 1875, on n'en trouve qu'une seule pour laquelle la quantité de pluie recueillie ait été inférieure à celle de 1884 ; c'est en 1832 où la hauteur de l'eau tombée a été de 535^{mm},5. Trois mois seulement présentent un excédent faible de pluie sur la moyenne ; ce sont décembre, février et juillet;

les autres présentent tous des écarts négatifs. Parmi les mois les plus secs il faut citer mars, avec un seul jour de pluie et $0^{mm},5$ comme quantité d'eau tombée, juin, octobre et novembre. La hauteur de la pluie est inférieure à la moyenne dans toutes les saisons; le déficit est particulièrement fort en automne. Le nombre de jours de pluie est supérieur à la normale, excepté au printemps où il est égal à la moyenne. L'intensité de la précipitation aqueuse est donc très faible, comme on le verra dans un tableau ultérieur.

La quantité totale de la neige tombée à Genève est de $29^{cm},5$, répartie en deux mois, décembre 1883 avec $20^{cm},5$, et novembre 1884 avec $9^{cm},0$. La neige n'a couvert le sol que pendant une période de 7 jours, du 6 au 13 décembre 1883; dans toutes les autres chutes elle fondait promptement.

La hauteur d'eau tombée au Saint-Bernard est également inférieure à la normale, toutefois d'une quantité moins forte qu'à Genève. On trouve six écarts positifs au lieu de trois dans cette dernière station. Les mois de mars, octobre et novembre se distinguent également par leur grande sécheresse. Une seule saison, l'été peut être considérée comme pluvieuse, pour les trois autres l'écart est négatif.

Le tableau suivant donne pour chaque mois à Genève, les plus longues périodes de sécheresse, ou jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou jours consécutifs de pluie. Les deux extrêmes sont, en 1884, 22 jours pour la plus longue période de sécheresse, du 28 février au 21 mars, et 9 jours pour la plus longue période pluvieuse, du 3 au 11 septembre et du 2 au 10 novembre. Ce tableau indique également le nombre des

cas dans lesquels la pluie recueillie dans les 24 heures était très faible, au-dessous d'un millimètre, ou presque insignifiante, au-dessous d'un quart de millimètre. Ces cas sont extraordinairement nombreux ; il y a 51 jours pour lesquels la quantité de pluie était très faible, dont 23 pour lesquels elle était insignifiante. On trouve également pour chaque mois la quantité maximum de pluie recueillie en 24 heures, et le nombre de jours de pluie très abondante, la quantité de pluie dépassant 3 centimètres. Il n'y en a qu'un seul dans ce cas, le 8 juillet, avec 35^{mm},5 d'eau tombée (voyez le tableau à la page 346).

Il est intéressant d'éliminer la durée inégale des mois pour pouvoir les comparer entre eux quant aux caractères de la précipitation. On trouve ainsi dans le tableau suivant pour chaque mois, la durée relative de la pluie, soit la fraction donnant le rapport du nombre d'heures de pluie au nombre total d'heures du mois ; le nombre moyen d'heures que la pluie a duré, soit le rapport du nombre total d'heures de pluie au nombre de jours de pluie ; enfin l'intensité de la pluie, soit le rapport de la quantité totale d'eau tombée dans le mois au nombre d'heures de pluie. Le relevé est fait également pour les saisons et pour l'année entière.

Époque.	Périodes de sécheresse.	Périodes pluvieuses.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 1^{mm},0.	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0^{mm},25.	Pluie dans 24 heures maximum.	Pluie dans 24 heures dépassant 3^{cm}
Décembre 1883	12 jours (18–29)	4 jours (3– 6)	1	1	mm 14,2 le 4	0
Janvier 1884..	11 » (13–23)	3 » (27–29)	0	0	9,7 le 27	0
Février	6 » (2– 7)	5 » (23–27)	4	2	8,3 le 1	0
Mars........	22 » (28 fév.-21 mars)	1 » (21)	1	0	0,5 le 21	0
Avril........	10 » (21–30)	8 » (13–20)	7	5	10,5 le 17	0
Mai.........	7 » (7–13)	6 » (1– 6)	6	2	16,6 le 30	0
Juin	12 » (24 juin–5 juillet)	5 » (6–10)	4	2	8,7 le 14	0
Juillet.......	7 » (30 juillet–5 août)	6 » (24–29)	5	3	35,5 le 8	1
Août........	4 » (8–11)	4 » (12–15)	3	1	10,5 le 26	0
Septembre....	8 » (15–22)	9 » (3–11)	2	1	21,9 le 10	0
Octobre......	14 » (13–26)	4 » (9–12)	5	2	17,7 le 1	0
Novembre....	7 » (11–17)	9 » (2–10)	13	4	10,5 le 22	0
Année.......	22 jours (28 fév.-21 mars)	9 jours (3–11 sept. et 2–10 novembre)	51	23	35,5 le 8 juillet	1

GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1883	0,099	6,73	0mm,85
Janvier 1884.......	0,047	4,38	0,98
Février	0,058	3,33	0,97
Mars	0,001	1,00	0,50
Avril	0,052	2,64	0,76
Mai	0,112	4,88	0,93
Juin	0,044	2,91	1,02
Juillet	0,058	2,53	2,27
Août	0,052	2,79	1,34
Septembre	0,106	6,91	0,91
Octobre	0,030	2,75	1,35
Novembre	0,063	2,81	0,40
Hiver	0,068	4,81	0,91
Printemps	0,055	3,78	0,88
Été	0,052	2,71	1,60
Automne	0,065	4,09	0,82
Année	0,060	3,76	1,03

Le tableau suivant fournit le nombre de jours d'orage à Genève, ainsi que celui des jours où des éclairs ont été vus à l'horizon sans que le tonnerre fût entendu. Le nombre des jours de tonnerre à Genève est de 25, d'après la moyenne des 30 années 1846 à 1875. Ce nombre étant de 30 en 1884, on peut considérer cette année comme orageuse.

GENÈVE

ÉPOQUE.	Jours de tonnerre	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1883	0	0
Janvier 1884........	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	3
Mai	5	10
Juin	3	3
Juillet	11	13
Août	8	12
Septembre	2	6
Octobre	0	1
Novembre	0	0
Année	30	48

Nous avons enfin à résumer les observations de la nébulosité dans les deux stations, la nébulosité étant figurée par une fraction représentant la partie du ciel couverte par les nuages, et pouvant varier de 0,0 à 1,0. Les jours ont été classés en jours « clairs, peu nuageux, très nuageux ou couverts, » suivant que la nébulosité moyenne était inférieure aux limites de 0,25, 0,50, 0,75 et 1,00. La comparaison avec la moyenne des 29 années 1847 à 1875 pour Genève, montre que la nébulosité a été sensiblement normale pendant l'année 1884, ainsi que pendant chacune des saisons. Si l'on examine chaque mois séparément, on voit que la nébulosité a été très forte en février et très faible en mars; les autres mois se rapprochent assez de la moyenne. Le nombre de jours clairs est inférieur de 5 à la moyenne; le printemps en fournit 5 en plus, mais l'automne 6 en moins; pendant les deux mois d'octobre et de novembre on ne trouve qu'un seul jour clair. Le nombre de jours de brouillard a été extrêmement élevé; on n'en compte pas moins de 71, alors que le nombre moyen résultant de 29 années n'est que de 33. Pendant 28 jours il a duré toute la journée. Le mois de novembre fournit à lui seul 23 jours de brouillard, dont 14 de brouillard continu. La nébulosité au Saint-Bernard peut être considérée comme normale pendant l'année 1884; à l'encontre de Genève la nébulosité de l'automne est inférieure à la moyenne, et cela surtout pendant les mois d'octobre et novembre.

État du ciel.

ÉPOQUE.	GENÈVE. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	SAINT-BERNARD. Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.
Déc. 1883.	1	1	9	20	0,80	12	1	8	10	0,52
Janv. 1884.	4	1	9	17	0,73	14	4	3	10	0,44
Février ...	1	3	4	21	0,84	7	3	9	10	0,59
Mars	11	8	7	5	0,44	13	4	2	12	0,48
Avril	3	5	10	12	0,66	3	5	7	15	0,72
Mai.......	10	7	1	13	0,51	6	6	6	13	0,58
Juin	7	4	6	13	0,61	0	6	9	15	0,74
Juillet	8	7	10	6	0,51	6	4	10	11	0,61
Août......	10	7	7	7	0,45	10	6	7	8	0,50
Septembre.	6	7	7	10	0,57	5	2	6	17	0,67
Octobre ...	0	6	17	8	0,67	12	4	5	10	0,46
Novembre.	1	1	5	23	0,84	13	7	2	8	0,40
Hiver.....	6	5	22	58	0,79	33	8	20	30	0,51
Printemps.	24	20	18	30	0,54	22	15	15	40	0,59
Été.......	25	18	23	26	0,52	16	16	26	34	0,61
Automne ..	7	14	29	41	0,69	30	13	13	35	0,51
Année	62	57	92	155	0,64	101	52	74	139	0,56

GENÈVE

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1883 ...	4	7	11
Janvier 1884......	5	6	11
Février	3	4	7
Mars............	0	3	3
Avril	0	0	0
Mai	0	1	1
Juin.............	0	0	0
Juillet	0	1	1
Août.............	0	0	0
Septembre	0	3	3
Octobre..........	2	9	11
Novembre........	14	9	23
Année	28	43	71

SUR LE

ROLE DU SENS DU TOUCHER

DANS LA PERCEPTION DU BEAU

PARTICULIÈREMENT CHEZ LES AVEUGLES

PAR

M. J.-L. SORET

I

L'étude de diverses questions touchant à la fois à l'esthétique et aux sciences naturelles, m'a conduit à rechercher quel peut être le rôle du sens du toucher dans la perception du beau.

C'est habituellement par l'intermédiaire de la vue et de l'ouïe que les impressions esthétiques arrivent à notre esprit. Ces deux sens seuls possèdent-ils cette faculté importante, comme l'ont soutenu quelques auteurs, ou bien doit-on admettre que les autres sens sont à quelque degré susceptibles de remplir la même fonction ? — Je vais chercher à montrer qu'en ce qui concerne le sens du toucher, c'est à cette dernière opinion que l'on doit s'arrêter.

Le sens du toucher est mal défini; on lui rapporte en première ligne les sensations de tact proprement dit, qui nous permettent d'apprécier d'après la résistance que nous rencontrons, la forme et, jusqu'à un certain point, la nature des corps. On lui attribue, en outre, les sensations de chaleur et de froid, celles que nous causent nos propres mouvements, en un mot toutes celles que l'on ne peut clairement rapporter aux quatre autres sens. Avec une telle étendue d'attributions, il est difficile d'admettre que le toucher n'ait pas une part dans nos impressions esthétiques. Il complète les notions que nous donne la vue, nous distinguons des corps agréables ou désagréables au toucher, nous savons qu'à certaines apparences correspondent certaines sensations de tact : comment ces moyens de nous mettre en rapport avec le monde extérieur, n'entreraient-ils jamais en jeu dans la perception du beau ?

Nous ne nous arrêterons pas à cet argument un peu vague; mais avant d'aborder des faits plus précis, nous devons établir que généralement les impressions esthétiques, qui nous procurent une jouissance ou une souffrance suivant que nous sommes en présence du beau ou du laid, peuvent être classées en deux catégories :

1° Les impressions esthétiques se rapportant aux caractères matériels des choses qui se présentent à nous : dans ce premier cas, nous apprécions par nos sensations directes, les qualités physiques qui nous plaisent ou nous déplaisent. Par exemple, nous pouvons trouver qu'un objet est beau par ses formes.

2° Les impressions esthétiques, généralement plus relevées, qui sont de l'ordre intellectuel et psychique : dans ce cas, les impressions de nos sens subissent une réaction

de notre intelligence. Par exemple, ce ne sont plus les formes mêmes d'un objet qui nous frappent ; ce sont les idées que ces formes réveillent en nous.

Dans ce qui va suivre, nous devrons tenir compte de ces deux ordres de caractères qui d'ailleurs sont souvent mélangés et concomitants.

II

L'un des éléments importants de la musique, réside dans le rythme, c'est-à-dire dans l'ordre et la règle qui président aux intervalles de temps suivant lesquels se succèdent les notes et les accords. Indépendamment de la qualité des sons, le rythme contribue dans une large part aux impressions esthétiques que la musique fait naître en nous. Personne n'ignore, par exemple, qu'un sentiment de gaieté s'attache à une mesure rapide, tandis que la lenteur provoque une idée de tristesse ou de solennité.

Or, il est incontestable que le rythme peut être perçu par le sens du toucher, tantôt s'associant à l'ouïe, tantôt agissant isolément.

Les auditeurs d'un morceau de musique, ont très généralement la tendance d'en accuser le rythme par des sensations de tact résultant de mouvements cadencés : on bat la mesure du pied ou de la main, on dodeline de la tête.—Le plaisir de la danse est basé sur le même fait ; ce n'est pas pour mieux entendre la musique ou pour mieux voir le bal que l'on aime à danser soi-même, car, au contraire, le mouvement gêne l'audition et la vue : ce qui plaît, c'est le rythme ressenti dans les muscles, c'est une impression du sens du toucher.

D'ailleurs, dans d'autres exercices du corps auxquels la musique est complètement étrangère, les sensations

rythmées ont une influence analogue. Ainsi, dans l'équitation, à côté du plaisir de la difficulté vaincue et du délassement que peut procurer le mouvement, il y a certainement un charme dans les allures régulières et cadencées du cheval.

Les personnes absolument privées de l'ouïe éprouvent aussi d'une manière très positive l'impression du rythme. Les sourds-muets aiment habituellement la danse dont le rythme leur est indiqué par l'ébranlement du plancher qu'ils perçoivent par les pieds. La musique leur donne souvent aussi une certaine satisfaction, les vibrations sonores leur étant transmises soit par le sol, soit par l'air agissant sur les parois de la poitrine et de l'abdomen. « Quand on fait de la musique, je sens quelque chose là, » disait en se mettant la main sur l'estomac, un sourd-muet de ma connaissance qui fréquentait les concerts et l'opéra. Y a-t-il dans cette sensation quelque chose de plus que celle du rythme? la continuité des vibrations musicales, leurs variations d'intensité, leur hauteur, ont-elles quelque influence? c'est ce que je ne saurais dire.

Voilà donc une première catégorie de faits favorables à la thèse que nous avons énoncée. Ces impressions que le rythme produit par l'intermédiaire du toucher appartiennent en partie à l'ordre physique et matériel, et probablement en partie aussi à l'ordre intellectuel; il serait inutile de nous arrêter à cette question.

III

Le sens du toucher nous permet d'apprécier la forme des objets. A cet égard, il nous renseigne même plus

directement que ne le fait l'œil, et l'enfant dans son éducation n'apprend à juger de la forme des objets par les sensations visuelles, qu'en s'aidant des sensations tactiles. Mais cette éducation une fois faite, il n'est pas contestable que le rôle du toucher devient secondaire chez les personnes douées de la vue.

Il n'en est pas de même chez les aveugles : privés d'autres moyens d'appréciation des formes, ils ont uniquement recours au sens du toucher qui acquiert chez eux un grand développement et une délicatesse remarquable. — Sont-ils capables d'arriver par ce moyen à des impressions esthétiques ? c'est ce que je n'hésite pas à affirmer.

J'ai eu l'occasion d'interroger sur ce sujet deux aveugles de naissance, un jeune homme, M. A., et une jeune personne M[lle] B., tous deux très intelligents et ayant reçu l'éducation la plus complète[1]. En outre, des renseignements très intéressants m'ont été obligeamment fournis à l'Asile des aveugles de Lausanne par M. le D[r] Marc Dufour et par M. et M[lle] Hirzel, qui dirigent cet établissement. — Je vais résumer les résultats de ces observations.

Un premier fait général, c'est que les aveugles ont des préférences parmi les objets qu'ils manient et dont les uns leur plaisent, les autres leur déplaisent ; certaines formes leur sont agréables, la toilette ne leur est point indifférente.

Si on leur demande d'expliquer sur quoi sont basées ces impressions, ils ont quelque peine à en rendre compte ; il faut les mettre sur la voie. Il n'y a rien là de surprenant ; il en est de même de la plupart des personnes qui sont

[1] M. A. est proprement aveugle né ; M[lle] B. a perdu la vue dans sa plus tendre enfance.

douées de la vue et dont l'attention n'a pas été dirigée sur ces sujets.

Cherchons donc à analyser ces impressions des aveugles en les comparant à celles des voyants.

IV

Si nous recherchons quels sont les caractères purement physiques et matériels qui nous plaisent dans la forme d'un objet, nous trouvons que les trois principaux d'entre eux sont la *symétrie*, la *répétition* de dessins ou ornements identiques ou analogues, et la *continuité* des surfaces et des lignes.

Nous allons voir qu'il en est de même pour les aveugles. Mais nous devons nous mettre en garde sur une nature d'impressions qui pourraient nous induire en erreur. Les aveugles, avec leur tact délicat, sont beaucoup plus sensibles qu'on ne l'est d'ordinaire à la nature des surfaces ; ils apprécient plus vivement celles qui sont douces au toucher, et le contact de celles qui sont rugueuses leur est plus désagréable, surtout s'il se produit un contraste successif dans la sensation. Ainsi Mlle B. me disait que, lorsqu'elle avait entre les mains une assiette de porcelaine peinte de fleurs, cette peinture lui causait un sentiment pénible, parce que les fleurs étaient plus rêches que le fond. Le charme que nous trouvons tous à toucher un objet poli a très probablement un caractère esthétique se rattachant à la continuité dont nous parlerons tout à l'heure ; mais il a très probablement aussi le caractère d'une jouissance sensuelle, ce qui est tout autre chose. Il importe de tenir compte de ce facteur et de ne

pas admettre, sans examen, que toute sensation de tact correspond à une impression de beauté si elle est agréable, encore moins à une impression de laideur, si elle est pénible.

Les aveugles apprécient parfaitement la symétrie dans les formes. Mettez-leur dans la main un corps régulier, un œuf, par exemple, dont la surface, sans être polie, n'est cependant pas rugueuse : ils vous diront que cette forme-là leur est agréable. Il en est de même de tous les objets symétriques sous leurs trois dimensions, ou des dessins en relief appliqués sur une surface.

A l'Asile de Lausanne, un jeune aveugle de naissance jouait souvent avec des plots de bois taillés, avec lesquels il construisait des châteaux ; il respectait toujours la symétrie dans ces petits édifices qui, d'ailleurs, dénotaient habituellement du bon goût. — A l'atelier de reliure du même établissement, les ouvriers ont toujours la tendance la plus positive à la symétrie dans les ornements qu'ils adaptent à la couverture des livres.

D'une manière générale, on peut dire que la notion de symétrie est complètement accessible par le sens du toucher, sans que la vue ait pu, antérieurement, en faire surgir l'idée, puisque les aveugles de naissance ne font pas exception.

Les répétitions de dessins ou d'ornements produisent le même effet au toucher qu'à la vue. Par exemple Mlle B. m'a clairement dit qu'elle éprouvait du charme à manier le collier qu'elle portait, et qui était composé d'un enchaînement d'anneaux semblables les uns aux autres ; elle prenait plaisir à retrouver périodiquement la même

forme sous ses doigts. De même elle aimait un meuble, une sorte de bibliothèque, présentant une série de colonnettes semblables mais non pas égales. Dans la toilette, la répétition de festons, de boutons, de nœuds, de guipures, produit un effet du même genre. Mlle B. comme M. A. résumaient cette appréciation, ainsi que celle de la symétrie, en disant : « Tout ce qui est régulier plaît. »

A l'Asile de Lausanne on a observé que les brodeuses attachent de l'importance à la parfaite régularité des dessins qu'elles répètent dans leur travail. — Les ouvriers vanniers tiennent à ce que les brins d'osier qu'ils emploient aient tous la même dimension et soient tout à fait droits ; ce sentiment est même poussé trop loin, car pour la moindre irrégularité ils jettent au rebut des matériaux qui auraient pu servir, et leur travail devient moins lucratif.

La continuité des surfaces et des lignes n'échappe pas non plus aux aveugles.

Les surfaces planes, celles dont la continuité est la plus évidente, leur plaisent très généralement, et si elles sont homogènes, ils apprécient l'égalité d'impression qu'ils ressentent partout en les touchant. Ils sont de même sensibles à l'identité qu'une étoffe présente dans toutes ses parties.

Comme les personnes douées de la vue, ils éprouvent du charme à retrouver une surface ou une ligne momentanément interrompue par un ornement; par exemple Mlle B. avait sur sa table une coupe de porcelaine montée sur un pied de bronze doré, dont trois griffes débordaient sur le contour circulaire du vase; en promenant ses doigts sur ce contour, elle reconnaissait très nettement,

et avec plaisir, qu'après avoir été arrêtée par une des griffes, elle retrouvait de l'autre côté la continuation de la ligne qu'elle avait d'abord perçue.

Un défaut de continuité produit chez les aveugles une impression de laideur prononcée : un vase fêlé, une table qui n'est pas plane, un meuble mal fait, boiteux, disloqué, leur sont très désagréables.

En résumé l'on voit qu'en ce qui concerne les caractères matériels de la beauté des formes, les impressions du toucher coïncident avec celles de la vue.

V

Comme caractères de l'ordre intellectuel, on retrouve une similitude analogue ; nous en citerons quelques exemples.

L'emploi d'attributs ou d'ornements rappelant la destination d'un objet d'art constitue l'un des moyens les plus en usage pour produire, à la vue, une impression esthétique ; or, les aveugles éprouvent, au toucher, un sentiment tout pareil. Ils comprennent la valeur artistique des sculptures appropriées au but du meuble qu'elles décorent, des dessins saillants d'une reliure en rapport avec le sujet du livre, de la statue couchée sur un tombeau et désignant la personnalité du mort,

Dans le fait, il serait difficile qu'il en fût autrement ; puisque ces impressions appartiennent à l'ordre psychique et non à l'ordre matériel, il suffit que les caractères sur lesquels elles reposent soient rapidement saisis par l'intelligence, peu importe la nature de la sensation qui les révèle à l'esprit.

On a souvent recours au dessin pour faire comprendre différentes choses aux aveugles ; on remplace, dans ce cas, les traits de l'encre ou du crayon par des filets saillants, sensibles au toucher. Ce moyen est surtout employé pour suppléer à l'écriture ordinaire à l'aide de lettres en relief. Mais on y a recours également dans d'autres cas, et particulièrement dans un but didactique; c'est ainsi que l'on fait des cartes de géographie, des figures géométriques à l'usage des aveugles.

Le même procédé peut-il leur procurer des impressions esthétiques ? Ce que nous avons dit plus haut ne peut laisser de doute sur cette possibilité en tant qu'il s'agisse de dessins d'ornementation, plus ou moins réguliers ou périodiques. Mais la réponse est moins facile s'il s'agit du dessin artistique proprement dit, basé sur l'imitation. Étudions donc cette question.

Remarquons d'abord que les impressions esthétiques produites par le dessin chez les voyants (et *à fortiori* chez les aveugles), touchent à l'ordre intellectuel, même dans les cas les plus simples.

En effet, envisageons une esquisse faite de quelques coups de crayon sur une feuille de papier et représentant un sujet quelconque, un cheval par exemple. Nous n'éprouvons pas d'illusion, nous reconnaissons de suite que nous ne sommes pas en présence d'un cheval ; mais la similitude du trait de l'esquisse avec le contour du modèle. suffit pour faire surgir en nous l'idée du cheval. Le seul fait de reconnaître ainsi, intuitivement, dans le dessin l'objet représenté, constitue déjà une impression esthétique, qui est d'autant plus développée que les caractères saillants du modèle sont mieux rendus, et qui, à côté de la sensation physique, implique évidemment une réaction de notre intelligence.

Pour qu'un dessin puisse donner l'idée de l'objet qu'il représente, deux conditions sont nécessaires aussi bien pour les voyants que pour les aveugles.

Il faut, en premier lieu, que nous ayons clairement la notion de la *similitude* des formes, c'est-à-dire que nous puissions juger d'un objet par ses dimensions relatives indépendamment de ses dimensions absolues : que le dessin soit grand ou petit, il faut que nous reconnaissions l'objet. Cette notion de similitude se développe tout naturellement chez les personnes douées de la vue par l'habitude qu'elles prennent de voir un même objet à diverses distances, ce qui entraîne une différence dans la dimension absolue de l'image sur la rétine, sans modification sensible des proportions relatives. — Pour les aveugles, l'éducation est plus complexe et plus difficile, parce que, au toucher, un objet se présente toujours avec sa grandeur absolue; ce n'est que par la comparaison d'objets différents, mais semblables de forme, que les aveugles arrivent à la notion de similitude qui se développe peu à peu chez eux ; elle commence par les formes simples ou se représentant assez souvent pour devenir familières, puis elle s'étend à des formes quelconques. On m'a cité, à l'Asile de Lausanne, le cas d'un élève qui était parvenu, à sa grande joie, à reconnaître l'Europe dans une petite carte géographique, tandis que précédemment, il n'avait eu entre les mains que des cartes de grand format.

En second lieu, il faut qu'en voyant, ou touchant, un dessin *plan,* nous ayons la faculté de nous imaginer, dans ses trois dimensions, l'objet représenté. En d'autres termes, il faut que la projection d'un objet sur un plan, nous permette de reconstruire mentalement la forme réelle. — Or l'œil est très habitué à remplir cette fonction; où, pour

mieux dire, c'est de cette aptitude spéciale dépendant de causes physiologiques bien connues, qu'à dû naître l'emploi du dessin pour la représentation des objets. — Chez les aveugles, la difficulté est beaucoup plus grande; ils ont forcément beaucoup de peine à comprendre tout ce qui tient à la perspective, au raccourci. Ils y parviennent cependant dans une certaine mesure même si on les laisse entièrement à eux-mêmes. Ainsi, on a observé à l'Asile de Lausanne, le cas d'une jeune aveugle de la campagne, accoutumée aux chevaux, et qui, à la longue, est arrivée sans secours à reconnaître un cheval dans un dessin en relief que l'on avait mis entre ses mains.

Évidemment, des explications combinées avec des exercices manuels appropriés doivent faciliter beaucoup cette éducation spéciale, et développer la faculté de se représenter un objet en palpant un dessin en relief.

Une fois ces aptitudes acquises, les impressions esthétiques peuvent se produire dans de certaines limites. Mlle B. à laquelle je parlais de ce sujet me disait que le dessin d'un oiseau faisait bien naître en elle l'idée de l'oiseau lui-même, de sa forme, de son vol, de son gazouillement.

Mais elle ajoutait que ces impressions se produisaient mieux pour elle lorsqu'elle avait entre les mains un oiseau empaillé. Ainsi lorsque l'effort de reconstitution de l'objet d'après le dessin se trouvait supprimé, le rôle de l'imagination qui donne en quelque sorte la vie à un corps inanimé devient plus facile. Mais si naturel que soit ce fait, il ne montre pas moins que pour une cause ou l'autre l'impresion esthétique du dessin était imparfaite.

Dans le même ordre d'idées, on peut prévoir qu'on réussira mieux à l'aide de bas-reliefs ou de statues qu'avec des dessins saillants. Nous aurons à revenir sur ce point.

VI

Il résulte de ce qui précède que les arts décoratifs et même le dessin et la sculpture sont accessibles dans une certaine mesure par le sens du toucher. L'appréciation de la beauté humaine, qui repose sur des caractères très complexes, est plus rare chez les aveugles, par la raison toute simple qu'ils ne peuvent guère tâter de leurs mains les personnes en présence desquelles ils se trouvent. Ils manquent donc d'éducation et d'exercice à cet égard. Ceux que j'ai interrogés ont reconnu n'avoir sur ce sujet que des idées vagues et très incomplètes. Ce qui leur plaît ou déplaît le plus chez les personnes qu'ils rencontrent c'est la voix, la douceur ou la rudesse de peau de la main qu'on leur tend, et quelquefois la toilette.

Cependant on a chez un aveugle sourd-muet de l'Asile de Lausanne, nommé Meystre, un exemple très concluant d'appréciation de la beauté humaine. Cet être si dépourvu des moyens de relation avec le monde extérieur, est doué d'une vive intelligence et d'un sentiment artistique très développé. On est parvenu à lui apprendre à parler, non pas très distinctement, mais suffisamment pour qu'il soit compris des personnes accoutumées à son langage. On lui accorde à l'Asile la privauté de palper les personnes avec lesquelles il se trouve. Il a pu ainsi acquérir par l'expérience une notion très nette de la beauté humaine. J'en citerai quelques exemples frappants et curieux.

Meystre, à plusieurs reprises, a témoigné l'impression pénible que lui cause un homme difforme ou mutilé, impression qui se traduit chez lui, tantôt par des signes de pitié et de sympathie, tantôt par une hilarité qui exprime

ce qu'il trouve de choquant dans un défaut de symétrie. Dans un cas une personne qu'il connaissait d'ancienne date vint le visiter après qu'elle avait subi l'amputation d'un bras. En découvrant cette mutilation, Meystre témoigna d'abord, par son expression, d'un vif chagrin et d'une grande commisération ; puis il se mit à rire violemment en faisant comprendre par ses gestes que le manque de symétrie le frappait singulièrement. Ce mode bizarre de manifester une impression de laideur accuse certainement un sentiment spontané qui ne peut résulter que d'une sensation de tact.

Un autre cas beaucoup plus concluant est le suivant. Trois professeurs visitèrent un jour l'Asile de Lausanne, l'un d'eux, un Suédois, était d'une grande beauté, remarquable par la forme de sa tête : le second, un Suisse, mort depuis lors, était au contraire fort laid, son crâne très surélevé manquait de développement en arrière ; le troisième n'était ni beau ni laid. Autorisé à palper ces trois visiteurs, Meystre a immédiatement manifesté beaucoup d'admiration pour le Suédois ; puis passant au Suisse, il a été pris d'une grande hilarité, faisant comprendre par un geste de la main que le crâne était coupé tout droit à la partie postérieure ; il ne témoigna que de l'indifférence pour son troisième visiteur, et revint au Suédois en laissant voir combien il lui plaisait. Cette identité du jugement de Meystre avec celui qu'aurait porté toute personne douée de la vue est certainement très remarquable.

Je demande la permission de citer encore un ou deux traits relatifs à ce même aveugle ; bien qu'ils ne se rapportent pas à la beauté humaine, ils ont leur intérêt au point de vue qui nous occupe.

Les nouveaux venus à l'Asile de Lausanne sont habi-

tuellement conduits auprès de Meystre pour qu'il fasse connaissance avec eux. Habituellement en leur parlant il les tutoie. Un jour cependant il se mit à vousoyer un jeune homme qui lui était ainsi présenté. On demanda à Meystre pourquoi il lui disait « vous » au lieu de « tu; » il répondit que c'était parce qu'il portait des habits fins.

Meystre a appris le métier de tourneur et même de sculpteur ; il y a acquis une grande habileté. Il a fabriqué divers objets dont il cherchait parfois spontanément le modèle dans la nature. Ainsi il a travaillé au tour des sortes de boîtes ayant la forme d'une poire admirablement imitée. D'autres tourneurs de l'atelier ont fait des boîtes du même genre; mais Meystre distingue parfaitement au toucher les poires qu'il a faites lui-même et celles qui sont l'œuvre d'un autre ; il laisse voir que les siennes lui paraissent bien mieux exécutées; il a donc son amour-propre d'artiste.

VII

J'arrive à la conclusion pratique des observations qui font l'objet du présent travail.

Je crois avoir démontré que les aveugles sont accessibles à diverses impressions esthétiques par l'intermédiaire du tact. — N'y a-t-il pas lieu à développer cette faculté chez eux de manière à leur ouvrir un champ nouveau de jouissances relevées ?

Dans le domaine des arts décoratifs, ils peuvent apprécier le charme de tout ce qui ne dépend pas de la couleur, pourvu que la dimension des objets ne dépasse pas la portée de leurs mains. Ne leur rendrait-on pas service en

les mettant fréquemment à même d'éprouver ces sensations, en attirant leur attention sur ce qui constitue la beauté, en dirigeant et exerçant leur goût ?

Il serait plus utile encore de les familiariser avec la beauté humaine. Elle tient une si large place dans la littérature, on y fait si souvent allusion dans les livres et dans la conversation, qu'il doit y avoir des lacunes immenses pour ceux qui ne conçoivent pas suffisamment en quoi elle consiste. Je n'ai aucun doute que pour les aveugles, il ne soit possible, et même facile, d'atténuer beaucoup ces lacunes par l'éducation. Voici en peu de mots comment je conçois que cet enseignement devrait être dirigé.

En premier lieu il faudrait donner aux élèves quelques leçons d'*intelligence du dessin*, ce qui jusqu'ici ne se fait peut-être pas d'une manière assez complète.

On commencerait par leur faire bien saisir la notion de similitude. Pour cela il faudrait développer une méthode, déjà en usage, consistant à mettre entre leurs mains des modèles de bois ou de carton, qui leur font rapidement comprendre ce que c'est que des cercles, des carrés, ou toute autre forme géométrique, quelles qu'en soient les dimensions absolues. On irait plus loin ensuite en utilisant le matériel considérable que l'on obtient maintenant à bas prix dans le commerce, particulièrement dans les magasins de jouets d'enfants où l'on trouve, par exemple, des collections d'animaux en caoutchouc, très bien faits, et d'un toucher agréable. Les élèves arriveront très vite à comprendre ce mode de représentation en petit, qui achèvera de les familiariser avec l'idée de similitude dans les trois dimensions.

Cette notion bien acquise, on passerait à celle de la

projection des formes sur un plan, en employant le même matériel et quelques dessins en relief. Le rapport d'un cercle de carton avec un cercle tracé sur une surface plane par un filet saillant, sera immédiatement saisi. Il en sera de même pour le dessin de tout objet plat. On abordera ensuite l'étude plus difficile du dessin des objets à trois dimensions, en habituant l'élève à promener ses doigts d'une manière méthodique sur l'objet dans différents plans. On lui fera sentir, par exemple, qu'un parallélipipède allongé présente un contour différent, suivant qu'on passe le doigt dans le sens de la plus grande longueur, ou dans le sens perpendiculaire, ou dans des positions intermédiaires; on lui fera reconnaître facilement qu'un animal correspond à un dessin tout autre, suivant qu'il se présente de face ou de profil, etc. Les cartons repoussés représentant des animaux et servant de jouets d'enfants, pourront être utilisés sous ce rapport.

Il faudra chercher à obtenir le plus de rapidité possible dans ces perceptions, de manière à les rendre intuitives pour ainsi dire. On remarquera que ces leçons ne seront en tout cas pas du temps perdu, puisqu'elles serviront simultanément à l'instruction de l'élève. Tout cet enseignement est de fait déjà en usage; il ne s'agirait, je crois, que de le développer davantage, et de le diriger un peu du côté esthétique.

Une fois l'intelligence du dessin suffisamment obtenue, on passera aux formes et à la beauté humaines, en employant des bas-reliefs de préférence à des dessins à traits saillants. On trouve à bon marché dans le commerce [1] des cartons repoussés, agréables au toucher, destinés à rem-

[1] Chez MM. Monrock frères, à Paris, 3, rue Suger.

placer dans les écoles de dessin ordinaires les bas-reliefs en plâtre qui sont fragiles, plus coûteux, et d'un maniement bien moins commode. L'élève aveugle saisira très bien la signification des bas-reliefs qui sont l'intermédiaire entre le dessin et la ronde bosse, entre la projection d'un objet sur un plan et sa représentation dans les trois dimensions. A l'aide de cartons de ce genre, représentant des académies, et surtout des têtes d'après de bons modèles, on arrivera à faire comprendre les caractères du visage, les formes classiques, la beauté, et même la laideur (en s'aidant au besoin de masques comiques, de poupées mal faites, comme terme de comparaison). L'expression du visage peut même devenir accessible dans une certaine mesure.

Un essai que j'ai fait avec M[lle] B., me paraît encourageant sous ce rapport. Je lui ai mis entre les mains un de ces cartons représentant une tête de femme copiée d'un modèle égyptien. M[lle] B. est très vite arrivée à se rendre compte des traits du visage, des ornements de la tête et du cou, et enfin à comprendre que ce qu'elle avait devant elle était non pas une représentation exacte et fidèle de la nature, mais bien un modèle du style égyptien, une manière particulière de comprendre la nature. J'ajoute que M[lle] B. était préparée à cette notion tout à fait esthétique, car elle avait souvent étudié de la main des bustes de personnalités connues, qu'elle était parvenue à bien reconnaître.

Je me borne à ces indications rapides sur une méthode que les instituteurs compléteront facilement par la pratique.

EDMOND BOISSIER

NOTICE BIOGRAPHIQUE

PAR

M. Alph. DE CANDOLLE

Nous venons de perdre, le 25 septembre de cette année, le botaniste le plus versé dans la connaissance des plantes d'Orient et d'Espagne, l'auteur d'ouvrages très importants sur la flore de ces deux régions, celui qu'on consultait comme une autorité dans cette branche de la science. Il avait en outre un caractère si excellent et une manière de vivre si honorable que toutes les personnes en relation avec lui le regrettent infiniment. C'est au double point de vue de la science et de nos affections que je voudrais essayer de raconter sa vie.

Pierre-Edmond BOISSIER appartenait à une famille très considérée à Genève, venue de France lors de la révocation de l'Édit de Nantes. Sa mère était fille du célèbre docteur Butini. Il était né à Genève, le 25 mai 1810. Sa sœur, Mme la comtesse de Gasparin, bien connue par son esprit et ses ouvrages, avait seulement quelques années de moins que lui, de sorte que leur première éducation se fit un peu en commun, sous la direction

d'un jeune précepteur, M. Valette, qu'on a vu depuis pasteur distingué, à Naples et à Paris. C'était un maître sérieux, sévère, impératif, qui cependant se faisait chérir de ses élèves. Sa rudesse et leur légèreté ne les empêchaient pas de sentir tout son mérite et l'on a vu plus tard quelles excellentes directions morales il avait su développer chez eux. Valette avait les idées d'un autre siècle en fait d'éducation. Il tenait essentiellement à l'obéissance et pensait même que des soufflets n'étaient pas un mauvais moyen pour l'obtenir. Avec Edmond il ne parlait jamais que latin, même hors des leçons, et avec ses deux élèves, italien. Ordre leur était enjoint de parler entre eux cette dernière langue, mais le français de la famille et du pays reparaissait souvent et amenait de fortes gronderies. Un enseignement bizarre était celui du nom des parties qui constituent notre pauvre charpente osseuse. Il y avait dans ce but un squelette, qu'on démontrait le jour et qu'on glissait la nuit sous la couchette d'Edmond. Était-ce afin d'éviter chez le jeune homme des terreurs imaginaires, ou bien pour lui donner de bonne heure des idées sérieuses ? Je l'ignore. En tout cas, la jeunesse, avec sa gaîté accoutumée et son insouciance triomphait, et elle a triomphé jusqu'à l'âge mûr, qui est souvent celui des chagrins.

L'occasion de donner essor à la gaîté était, pour Edmond et sa sœur, le séjour de leurs parents à Valleyres près d'Orbe, dans le canton de Vaud, non loin du Jura. Dans ce pays agreste on leur laissait beaucoup de liberté. Edmond s'habituait à grimper sur les montagnes et à supporter la fatigue. Sa passion de voyages y prit naissance et son goût pour la botanique également. Il cherchait déjà et distinguait les plantes. Une fois il découvrit sur la mon-

tagne du Suchet, qui appartenait à son père, un recoin pierreux et abrité dont il fit une sorte de jardin botanique en y plantant les espèces les plus rares des environs. Curieux et premier essai de la culture de plantes alpines qu'il a poursuivie avec tant de zèle à Valleyres pendant un si grand nombre d'années !

Le futur voyageur qui devait parcourir l'Orient, l'Algérie et l'Espagne montra mieux ses inclinations un peu plus tard, lorsque M. Valette eut pris congé. Edmond obtint de son père de visiter le Grand Saint-Bernard, dont il avait entendu parler comme d'un endroit très recherché des botanistes. Il partit accompagné d'un jardinier de confiance et muni de la petite somme nécessaire pour une excursion de quelques jours. Arrivé au Saint-Bernard, si près de l'Italie, il fut saisi de la passion d'aller jusqu'à Turin. Aussitôt les deux voyageurs s'y rendent à pied, en ménageant leurs ressources. Ils voient la ville, ensuite ils passent le mont Cenis, toujours à pied. En Savoie la faim les oblige d'entrer dans un cabaret. On leur offre des pommes de terre frites. Nous sommes trop pauvres, dirent-ils, donnez-nous du pain. De cette façon ils arrivèrent à Genève avec un franc tout juste au fond de l'escarcelle. Mangeons une glace, dit Edmond, il ne nous restera rien !

L'âge des études sérieuses était arrivé. Boissier suivit les cours de l'Académie de Genève, d'abord dans la division des lettres, ensuite dans celle des sciences.

L'époque était singulièrement favorable au développement scientifique des jeunes gens de familles riches et aisées. Il y avait chez elles une passion ou si l'on veut une mode qui entraînait. Les plus belles dames suivaient des cours libres de chimie, de physique, de botanique ou

autres sciences. On payait pour chaque cours une somme assez forte (50 ou 60 francs), ce qui n'empêchait pas que la salle ne fût comble. Aujourd'hui, malgré l'augmentation des fortunes, rien de semblable ne serait possible. Edmond Boissier avait l'exemple de son cousin Auguste de la Rive, qui commençait à montrer sa grande aptitude aux sciences physiques. M[me] Boissier, dont le talent pour la musique était remarqué dans la société, désirait par-dessus tout voir son fils être un *savant*. Il le devint. Mais ce n'était pas pour gagner de la célébrité, comme le rêvait sa mère ; c'était par amour de la science, par curiosité, par activité d'esprit et pour contribuer au bien public dans le progrès général des connaissances.

Avant de faire de grands voyages, il préludait par des excursions multipliées dans les Alpes et le Jura.

Le D[r] Butini, malgré son âge et une vie très sédentaire, se plaisait à faire, le dimanche, l'ascension du Salève, de la Dôle ou du Reculet. Accompagné de son petit-fils il recueillait avec lui des plantes rares, qui lui rappelaient ses herborisations de jeunesse. En même temps, mais avec des amateurs de botanique ses contemporains, Boissier faisait des courses bien autrement fatigantes. L'une d'elles, dans la vallée de Saas, fut si aventurée que l'un des excursionnistes, Marc Viridet, fut frappé d'une terreur durable, qui fait sourire dans le récit qu'il a publié de cette excursion. S'il y avait réellement quelque danger Boissier, grâce à son pied solide et à sa tête de montagnard, n'y fit pas attention.

Un séjour de quelques mois à Paris dans l'hiver de 1831 à 1832 le mit en relation avec plusieurs botanistes, particulièrement avec le savant et modeste Jacques Gay, Suisse de naissance, alors secrétaire de M. de Sé-

monville. Je ne sais si c'est à Paris ou à Genève qu'il se lia avec l'excellent Barker Webb, qui avait exploré les îles Canaries et l'Espagne. Sa conversation doit avoir exercé sur lui une certaine influence.

A la fin de 1833 Boissier partit avec sa mère et sa sœur pour l'Italie, où il passa plus de six mois, très occupé de botanique et en outre de conchyliologie. A Naples il ne faisait que pêcher et collecter des *frutti di mare*. Cependant il eut le mérite de comprendre qu'il ne convient pas d'étudier à la fois deux parties si différentes de l'histoire naturelle et, à son retour en Suisse, il opta pour la botanique.

C'est en 1834 et 35 qu'il fut de plus en plus *hanté* de l'Espagne, selon l'heureuse expression de Mme de Gasparin dans un billet qu'elle a bien voulu m'écrire. Il apprit alors l'espagnol et se prépara par les livres au voyage qui devait lui valoir une réputation méritée. De Candolle, qui attendait beaucoup de son ardeur, lui prodiguait des encouragements et des conseils dont il s'est montré extrêmement reconnaissant dans la préface de son ouvrage sur l'Espagne.

Parti de Genève une première fois en 1836, il fut rappelé subitement par la mort de son excellente mère, mais l'année suivante, il reprit courage et gagna ces régions du midi qu'il désirait tant parcourir. Accompagné d'un domestique très sûr et très en état de résister aux fatigues [1], il se rendit à Marseille où il s'embarqua pour Barcelone et Valence. De cette ville, alors troublée par la guerre civile, comme la Catalogne, il côtoya le littoral

[1] Son nom est David Ravey. Boissier a nommé quelques espèces Raveyi.

péniblement sur une felouque, jusqu'à Motril, dans l'ancien royaume de Grenade. C'était une navigation comme celle décrite dans l'Odyssée. A tout moment il fallait s'arrêter à cause des vents contraires et le soir on stationnait dans une anse, sans débarquer à cause de la douane et des exigences de la Sanidad. Le botaniste ne pouvait donc pas herboriser ; il apercevait seulement des plantes qui lui étaient inconnues. Enfin, arrivé sur la côte méridionale, il commença de parcourir la région accidentée et magnifique située entre la mer et la Sierra Nevada. C'était alors de toute l'Europe la partie la moins connue des botanistes. Boissier en a rapporté des centaines d'espèces ou variétés nouvelles, représentées en herbier par le nombre surprenant de cent mille échantillons.

Une récolte aussi abondante s'explique par l'énergie du voyageur, aidé convenablement, et par la méthode régulière avec laquelle il passait, suivant la saison, des plaines aux collines et aux montagnes, revenant ensuite dans les mêmes localités pour cueillir en fruit les plantes qu'il avait vues d'abord en fleurs. La plus brillante de ses découvertes fut celle du *Pinsapo*, cette belle conifère du genre *Abies*, qui existe seulement sur la chaîne du littoral appelée Sierra Bermeja, près d'Estepona. Un Allemand, Hænseler, établi à Malaga, lui en avait montré un rameau sans fruits, qu'il ne savait comment déterminer. Boissier visita la forêt, jugea l'espèce tout à fait nouvelle et vit en automne les cônes dressés, qui en sont le principal caractère. On possède aujourd'hui le Pinsapo dans nos jardins où il végète admirablement.

Après plusieurs mois d'herborisations dans le midi de l'Espagne, Boissier gagna Madrid, où les botanistes le reçurent à merveille, en particulier le vieux et malheu-

reux Lagasca, victime à plusieurs reprises de ses opinions modérées. Leur libéralité augmenta sa collection de plantes d'Espagne, mais ce qu'il avait de plus précieux venait de ses propres récoltes dans les régions élevées du royaume de Grenade, qu'il était si important de pouvoir comparer pour la flore avec l'Atlas et les Pyrénées.

De retour à Genève, Boissier se mit à étudier ce qu'il avait recueilli. Ce fut l'œuvre de plusieurs années. Le *Voyage botanique dans le midi de l'Espagne,* en deux forts volumes in-4° de texte et planches, porte la date 1839-45. C'est un livre capital, dont plusieurs parties doivent être lues et que les botanistes auront toujours à consulter.

Le premier volume se compose d'une préface, de la relation détaillée du voyage, d'un chapitre important sur la géographie botanique et de planches, au nombre de 206, représentant des espèces nouvelles ou peu connues. Ces planches ont été dessinées avec beaucoup d'exactitude et d'élégance par notre regretté compatriote Heyland. Les couleurs y sont données légèrement, avec un goût parfait, qui a servi d'exemple dans des publications analogues. Le second volume est composé uniquement du texte botanique.

Rien de plus intéressant que le récit du voyage. Si l'on retranchait çà et là quelques phrases et quelques pages purement botaniques, on aurait une suite de descriptions du midi de l'Espagne, de ses paysages admirables, de ses monuments et des usages de ses habitants aussi parfaites que celles des meilleurs écrivains qui ont visité le pays. Peut-être même préférerait-on la manière simple avec laquelle le naturaliste exprime son admiration de tant de merveilles aux exclamations emphatiques et multipliées

de beaucoup d'auteurs. Je regrette que cette partie de l'ouvrage soit confinée dans les bibliothèques scientifiques. Elle mériterait d'être plus connue.

A l'appui de mon assertion, je pourrais citer plusieurs fragments sur l'aspect des villes, sur les voleurs et les contrebandiers qui se changeaient au besoin en soldats, sur Gibraltar, la foire de Ronda ou l'admirable palais de l'Alhambra, mais dans un journal scientifique il est plus à propos de mentionner une description de l'agriculture pastorale à côté des neiges de la Sierra Nevada. Les artistes et les littérateurs ne vont pas dans ces régions et c'est bien un naturaliste habitué aux Alpes qui pouvait les décrire exactement.

Arrivé dans la partie supérieure de la vallée du Monachil, à 6500 pieds au-dessus de la mer, dans un endroit appelé Prado de la Yegua, voici comment il en parle :

« Je trouvai là un petit chalet formé d'une simple tente de toile grossière fermée en arrière et sur les côtés et ouverte par devant ; l'intérieur ne pouvait contenir que les baquets pour le laitage qui étaient rangés sur des chevalets. Nous passions la nuit ainsi que les bergers autour d'un foyer établi un peu en avant, auquel on faisait bouillir la chaudière pour la fabrication du fromage. Près de quatre cents têtes de bétail, tous moutons et chèvres, étaient réunies dans cet endroit. On ne voit que très rarement des vaches dans ces montagnes ; leur lait est peu employé dans le pays, on le considère plutôt comme un remède, et à Grenade on le crie dans les rues comme en Suisse le lait d'ânesse. Les bergers étaient au nombre de 5 à 6 sous les ordres d'un *capataz*. Ce dernier, responsable vis-à-vis du propriétaire, ne quitte jamais le *hato,* qui est le nom des établissements pasto-

raux de ce genre. C'est lui qui est chargé exclusivement de la préparation du laitage. Il fabrique d'abord à froid avec le lait des brebis et des chèvres réunies de petits fromages arrondis, puis il fait bouillir le lait qui reste dans la chaudière et obtient ainsi les *requesones*, presque liquides, d'un goût délicat, qui doivent être bien connus des lecteurs de Cervantes ; on se rappelle que Sancho en avait rempli le casque de Don Quichotte qui, les sentant couler le long de son visage, s'imagina avoir la cervelle en liquéfaction.

« Les bergers en sous-ordre mènent une vie assez dure. Leur métier est de conduire tous les jours chacun des troupeaux dans les différentes parties de la montagne et de les ramener le soir pour les traire. Il leur faut pour cela parcourir de grandes distances, surtout à la fin de la saison quand il n'y a plus d'herbe que sur les sommités. Leur modeste salaire ne dépasse pas six sols de France, avec la nourriture qui se compose de laitage quand il y en a en surabondance, d'un pain assez blanc qu'on va chercher toutes les semaines chez le propriétaire du *hato* et d'un *puchero* de fèves, bouillies avec un peu d'huile. Ces dernières sont sèches et horriblement dures ; les bergers réunis le soir autour du feu s'occupent à les casser une à une avec les dents pour en ôter la cicatricule. Ils prétendent que sans cette opération elles ne s'amolliraient pas, et quoique préparées de la sorte, il faut les mettre dans le pot au feu dès le matin pour qu'elles soient mangeables le soir.

« Malgré ces gages minimes et cette pitoyable chère, ces hommes paraissent bien portants et contents de leur sort ; ils accompagnent leurs troupeaux en chantant des *coplitas* et s'occupent, chemin faisant, à tresser de gros-

sières et épaisses semelles avec des tiges d'esparto. C'est la seule chaussure que leur pauvreté leur permette de porter et elle dure si peu qu'ils doivent travailler sans interruption pour en avoir toujours une à substituer à celle qu'ils portent à leurs pieds. L'esparto ne croissant pas si haut dans la Sierra, ils vont chacun à son tour en cueillir une provision sur les collines du pied des montagnes. Rien n'est gracieux comme de voir à l'approche de la nuit les pentes des environs du *hato* se couvrir de troupeaux qui s'approchent lentement en faisant retentir leurs clochettes. On les fait entrer dans un parc enclos de filets de sparterie, les bergers se placent aux issues et attrapent au passage, pour les traire, les brebis et les chèvres qui cherchent à s'échapper. Elles passent la nuit en liberté dans les environs de la *tienda*, sous la protection de nombreux chiens qui font la garde. A la fin de septembre, les troupeaux se rapprochent de la plaine et lorsque l'hiver est venu ils vont chercher leur nourriture parmi les broussailles ou maquis de la côte.

« Ces bergers sont en général d'excellentes gens, très serviables et toujours disposés à bien recevoir l'étranger qui les visite, à se déranger pour lui, à lui céder la meilleure place ; ils s'étonnent lorsqu'on leur offre une rétribution et beaucoup d'entre eux n'acceptent de payement que lorsqu'il s'agit de denrées qui appartiennent au propriétaire et dont ils doivent lui rendre compte. A Prado de la Yegua, je passais la soirée avec eux autour du feu en leur distribuant quelques cigares qui les comblaient de joie et j'ai appris de cette manière bien des traditions, bien des détails sur la contrée et les mœurs de ses habitants. Un des sujets les plus fréquents de conversation était les Mores, sur lesquels ils racontent beaucoup d'his-

toires. D'après un de leurs récits, à une époque ancienne, la Sierra Nevada aurait été dépourvue de neige et cultivée jusqu'au sommet. Un vieillard annonça un jour qu'il fallait descendre en toute hâte, parce qu'un orage qui ne ressemblerait à rien de ce qu'on avait vu, allait fondre sur la contrée. On ne voulait pas le croire, mais le lendemain, à la grande terreur des gens de la plaine, on vit la montagne entièrement couverte par une neige qui ne s'est jamais fondue entièrement. »

De ces bons montagnards, que Boissier trouva si paisibles au milieu des désordres de presque toutes les provinces de l'Espagne, il dit ailleurs, en parlant de Trévelez, localité à 5,000 pieds au-dessus de la mer, où la neige persiste de décembre en mars :

« Arrivé au village vers le soir, j'appris qu'il ne s'y trouvait pas de *posada;* mais le premier habitant auquel nous nous adressâmes me fit aussitôt entrer dans sa maison ; là commença une scène touchante et plaisante à la fois. La femme de mon hôte avait deux frères qui, quinze ans auparavant, étaient partis pour *las Indias,* c'est-à-dire pour l'Amérique, et n'avaient plus donné de leurs nouvelles. Trompée par la coïncidence d'âge et par quelque vague ressemblance, elle s'imagina les retrouver en moi et en mon domestique ; les voisins prirent parti dans la discussion, les uns sérieusement, les autres pour plaisanter ; la pauvre créature ne savait que croire ; elle était tout émue, et cherchait à me faire avouer une parenté que je ne pouvais en conscience admettre. » L'Alcade survint et Boissier lui ayant montré une recommandation du capitaine général de Grenade, chacun fut convaincu et on pressa aussitôt l'étranger d'assister à un bal champêtre qui avait lieu devant l'église. « Cette petite fête, dit

Boissier, se donnait en plein air à la clarté de la lune ; là au milieu d'un cercle de spectateurs et de spectatrices, et au son d'un violon et d'une flûte, un seul couple à la fois dansait une espèce de valse lente, puis cédait la place à un autre. Chaque danseuse en se retirant s'approchait des musiciens, simples amateurs du village, et passait, avec le plus grand sérieux, son bras autour de leur taille; on me dit que c'était la politesse en usage pour les remercier de leur complaisance. Ces braves gens se divertirent de cette manière quelques moments encore avec un décorum et une décence remarquables, puis chacun se retira. »

Les botanistes qui seraient tentés de suivre les pas de Boissier demanderont comment il avait pu se faire si bien accueillir. Ses qualités personnelles y contribuaient sans doute beaucoup, mais en outre il parlait espagnol et il avait eu soin de s'habiller comme les gens du pays. Avec sa haute stature et son air de force et de souplesse, le bonnet à pointe retombant sur l'épaule, la veste à boutons de métal, la ceinture rouge et l'escopette, il devait avoir l'apparence d'un Andalou de bonne mine.

La passion des voyages ne fut jamais assouvie chez Boissier.

En 1842 et 1846 il parcourut la Grèce, l'Anatolie, la Syrie et l'Égypte. Alors il était accompagné de sa jeune et charmante femme, sa cousine germaine, née Lucile Butini, qu'il eut le malheur de perdre en 1849 dans un autre voyage dans le midi de l'Espagne, victime d'une fièvre typhoïde. On voit, même dans ses publications botaniques, combien elle lui était chère et à quel point elle s'associait à ses goûts [1]. Jamais il n'a pu se remettre d'un

[1] Il a nommé d'après elle deux espèces des montagnes d'Anatolie

coup si inattendu. La seconde moitié de sa vie en a été couverte, pour ainsi dire, d'un crêpe. Heureusement sa sœur et son beau-frère (le comte de Gasparin), son fils (M. Agénor Boissier), sa fille et son gendre (Mme et M. W. Barbey), sans parler des autres membres de sa famille, l'entouraient de témoignages d'affection auxquels il était sensible, et le travail — un travail assidu — entremêlé de quelques voyages, occupaient son activité d'esprit et de corps.

Après avoir publié successivement des cahiers de descriptions d'espèces rares ou nouvelles, qui forment trois volumes in-8°, il se mit à une œuvre plus difficile, la monographie du groupe des Euphorbiées, qui a paru dans le *Prodromus* de MM. de Candolle. A l'appui de ce travail, et pour rendre service à l'excellent dessinateur Heyland, qui avait alors peu d'ouvrage, il fit faire un volume in-folio de planches du genre *Euphorbia.*

D'un autre côté les plantes d'Orient recueillies dans ses voyages et celles qu'il obtenait de cette région par échanges ou par achats s'accumulaient dans son grand herbier. Il conçut alors le projet d'un résumé complet de la *Flore d'Orient* et il a eu le bonheur de l'achever en cinq volumes in-8°. C'est le résultat de quarante années de voyages pénibles, de correspondances très actives, de dépenses et surtout d'études minutieuses sur des échantillons d'herbiers qu'il fallait classer, comparer avec les livres et décrire méthodiquement. Boissier a été l'exemple

qui sont au nombre des plus gracieuses : *Omphalodes Luciliæ* et *Chionodoxa Luciliæ.* La dédicace de la première est motivée dans un latin élégant : Dicavi dulcissimæ conjugi in itinere longo difficilique indefessæ impavidæque sociæ, in detegendis colligendisque plantis Anatolicis utilissimæ adjutrici (Diagnoses, 4 p. 41, 1844).

rare d'un botaniste toujours actif comme voyageur et laborieux dans les études sédentaires.

Pour la partie matérielle du travail il se servait du botaniste Reuter, d'abord simple conservateur de son herbier, qu'il traita bientôt comme un ami dévoué, intelligent et honnête. Reuter, ancien graveur dans la fabrique d'horlogerie, n'avait aucune instruction scientifique, mais il était doué d'une excellente mémoire et d'une rare sagacité pour saisir les plus légères différences entre des formes voisines de plantes. Il était de ces naturalistes qui distinguent beaucoup plus volontiers qu'ils ne rapprochent. Peut-être a-t-il entraîné quelquefois son maître un peu trop dans ce sens, mais il lui a rendu d'incontestables services.

Reuter accompagna M. et Mme Boissier, en 1849, dans le voyage en Algérie, à Tanger et dans le midi de l'Espagne qui se termina d'une manière si fatale. Il suivit encore Boissier en 1861 en Norwège. Deux fascicules de descriptions portent le titre : par Boissier et Reuter. La mort de ce modeste collaborateur, en 1872, fut une perte sensible pour celui auquel il était si fort attaché.

Pendant que Boissier achevait sa *Flore d'Orient*, il recevait de nouveaux matériaux grâce aux voyageurs qui parcouraient l'Anatolie, la Perse, la Syrie, etc., voyageurs qui recevaient souvent de lui des subsides ou dont il achetait les collections. Voyant toutes ces richesses, il se mit à rédiger un supplément, dont la moitié à peu près doit être achevée. C'est à son gendre, M. William Barbey, déjà connu par de bons travaux de botanique[1], qu'il in-

[1] Voir son ouvrage : *Herborisations en Orient*, un vol. in-4°, avec planches, Lausanne, 1882.

combe de voir quel parti on pourra tirer de ce précieux manuscrit. Je ne doute pas qu'il n'y mette toute son attention et tout son cœur.

Boissier passait l'hiver dans sa villa du Rivage, près de Genève, où il s'était donné une belle serre d'Orchidées exotiques, et le reste de l'année à Valleyres, où la culture de plantes de toutes les hautes montagnes de divers pays l'intéressait et l'occupait. Pendant nombre d'années il a été un membre assidu du synode de l'Église libre du canton de Vaud à laquelle le rattachaient ses convictions religieuses. Beaucoup de charités et de visites aux pauvres malades du village attestaient d'une autre manière ses sentiments pieux et généreux. Il n'a jamais rempli de fonction publique, à moins qu'on ne veuille considérer comme telle le service militaire obligatoire qui avait fait de lui, temporairement, un officier d'artillerie. Comme citoyen il votait à Genève. Dans les troubles qui ont agité notre ville de 1841 à 1864 il s'est montré partisan zélé de l'ordre légal fondé sur une constitution régulièrement votée. Une fois, lorsqu'un rassemblement menaçait d'envahir la salle du Grand Conseil, il s'efforça comme d'autres bons citoyens de contenir l'émeute, et dans la bagarre il reçut à la hanche un coup de stylet qui aurait pu mettre sa vie en danger.

Passons sur ces tristes événements et suivons plutôt notre ami dans ses occupations ordinaires et ses voyages.

Les derniers de ceux dans lesquels il a récolté des plantes [1] ont été en société de plusieurs zélés botanistes.

Avec M. le Dr Levier, de Florence, il visita les Apen-

[1] J'omets d'autres voyages ou excursions qui étaient plutôt d'agrément. Boissier avait un tel attrait pour l'Espagne qu'il y est allé huit fois.

nins du centre de l'Italie et du nord des Abruzzes. Ce fut un voyage curieux, par le contraste de la vie civilisée la plus élégante avec la barbarie des pays montueux du voisinage. Un jour nos voyageurs étaient hébergés dans une résidence analogue aux châteaux des seigneurs anglais, avec tous les raffinements du luxe et l'amabilité des Italiens de bonne compagnie, le lendemain et les jours suivants ils couchaient sous des sapins dans la montagne, vivant de lait de chèvres pour boisson et de pain noir très sec pour nourriture. De belles plantes, quelquefois bien rares, servaient de compensation. En 1877 il retourna dans le midi de l'Espagne avec M. le pasteur Leresche, et l'année suivante, avec le même et M. Levier il visita les Asturies, la Galice et le Portugal. En 1881, il fit encore un voyage fatigant avec M. Burnat, le pasteur Leresche, M. W. Barbey et le Dr Recordon, aux îles Baléares et dans les montagnes au-dessus de Valence.

C'était trop pour un homme dont la santé, jadis excellente, avait été minée d'abord par une fièvre d'Orient très tenace, ensuite par de mauvaises nourritures, par des nuits en plein air et des marches excessives. L'estomac devint malade, d'une affection chronique, par moments douloureuse. Les inventions modernes de l'art furent mises en jeu, notamment la lotion intérieure avec eau froide, mais le malade n'était guère disposé à se soigner. Il n'évitait pas assez la secousse des voitures et des chemins de fer. Il fumait, et la matière âcre du tabac glissant plus ou moins dans l'œsophage devait augmenter l'irritation de l'estomac. Malgré la diminution de ses forces il persistait à se pencher pour cultiver ses chères plantes alpines. Très souffrant dans l'été de cette année, il se remit un peu, mais le 25 septembre, après une

crise douloureuse, il mourut tout à coup entouré de ses enfants. Son dernier effort avait été de demander une plante alpine, une Campanule, qu'il pensait avoir fleuri dans ses rocailles. On la lui avait apportée et il l'avait tenue dans ses doigts et contemplée avec plaisir. C'était comme un dernier adieu à la science qu'il a tant aimée !

Edmond Boissier était trop modeste pour chercher des distinctions. Elles lui arrivaient tout naturellement par l'effet de ses travaux. Il avait reçu des décorations ; je ne saurais dire lesquelles, puisqu'il n'en parlait pas et ne les montrait pas. Les nominations académiques devaient lui plaire davantage parce qu'elles impliquent l'idée d'une approbation par des hommes spéciaux bien compétents. Il était membre étranger des académies de Madrid et de Turin, de la Société linnéenne de Londres, et, depuis cette année même, correspondant de l'Académie des sciences de l'Institut de France. La section de botanique l'avait présenté, en première ligne, à l'unanimité. Sans doute elle avait sous les yeux la liste complète de ses publications, aussi ne puis-je mieux terminer qu'en la donnant, comme une sorte de pièce justificative.

LISTE DES PUBLICATIONS D'EDMOND BOISSIER

Notice sur l'Abies Pinsapo. In-8°, 12 p. (Bibl. univ. de Genève, février, 1838).

Elenchus plantarum novarum minusque cognitarum quas in itinere hispanico legit E. Boissier. In-8°, 94 pag. Genevæ, 1838.

Voyage botanique dans le midi de l'Espagne pendant l'année 1837. Vol. 1, narration, géographie botanique et planches ; vol. 2, énumération des plantes spontanées observées jusqu'à ce jour dans le royaume de Grenade. In-4°. Paris, 1839-45.

Description de deux nouvelles espèces de Crucifères des Alpes

du Piémont (Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. de Genève, 1848, vol. XI, p. 451).

Plantæ Aucherianæ orientales (Ann. sc. nat., série 2, vol. XVI, p. 347 et XVII, 45, 150, 381).

Novorum generum Cruciferarum diagnosis, etc. (ibid. XVI, p. 378).

Plantes nouvelles recueillies par M. P. de Tchihatcheff en Asie Mineure (ibid. série 4, vol. 2, p. 243).

Diagnoses plantarum orientalium. In-8°. Série 1, fasc. 1-13, formant deux volumes, Lipsiæ, 1842-54. Série 2, fasc. 1-6 (sive vol. 3) sous le titre : Diagnoses plantarum orientalium novarum additis nonnullis europæis et boreali-africanis. Lipsiæ et Parisiis, 1854-59.

Centuria Euphorbiarum. In-8°, 40 pag. Lipsiæ et Parisiis, 1860.

Euphorbieæ, dans De Candolle, Prodromus, vol. XV, sect. 1, 188 pag. in-8°. 1862.

Icones Euphorbiarum. Un vol. in-fol. 120 pl. Paris, 1866.

Boissier et Buhse, Aufzæhlung der auf einer Reise durch Transcaucasien und Persien gesammelten Pflanzen. Un vol. in-4°, avec 11 planches ou cartes, Moscou, 1860.

Note sur quelques nouveaux faits de géographie botanique (Archiv. des Sc. phys. et nat. de Genève, 1866, vol. XXV, p. 265), article traduit en anglais dans Annals and mag. of nat. hist. XVII, p. 464.

Flora orientalis. 5 vol. in-8°. Genevæ et Basileæ. 1867-84.

Plantarum orientalium novarum decas 1ª, in-8°, Genevæ, 1875.

Boissier et Reuter. Diagnoses plantarum novarum hispanicarum præsertim in Castella nova collectarum. In-8°, 74 pag. Genevæ, 1842.

Boissier et Reuter. Pugillus plantarum novarum hispanicarum. In-8°, 134 pag. Genevæ, 1852.

Boissier et Balansa. Description du genre Thurya (Ann. sc. nat., série 4, vol. VII, p. 302).

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

A. Béran. Paraamidooctylbenzol, paraamidocaprylbenzol et amidooctyltoluol. (*Berichte*, XVIII, p. 131. Zurich.)

Si l'on chauffe l'alcool octylique avec le chlorhydrate d'aniline ou même avec de l'aniline et du chlorure de zinc vers 280° on obtient le paraamidooctylbenzol (phenoctylamine)

$$C_8H_{17}OH + C_6H_5NH_2 = H_2O + C_8H_{17}.C_6H_4NH_2$$

ce sont des feuilles fusibles à 19°,5, bouillant à 310°-311° et formant des sels bien caractérisés. En transformant ce corps en diazochlorure d'octybenzol et en traitant par l'acide iodhydrique, on obtient l'iodure $C_8H_{17}C_6H_4I$ huile bouillant vers 319°, qui oxydé donne l'acide paraiodbenzoïque.

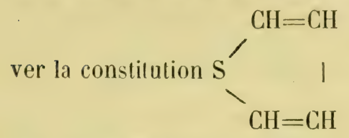
En distillant avec la poussière de zinc l'amidooctylbenzol formylé, l'auteur obtient l'octylbenzonitrile, huile bouillant vers 312°, qui saponifiée fournit l'acide paraoctylbenzoïque fusible à 139°.

L'alcool caprylique fournit, par les mêmes réactions, l'amidocaprylbenzol bouillant à 290°-292°; le caprylbenzol iodé bout à 304°-305° et donne par oxydation l'acide paraiodbenzoïque.

L'alcool octylique chauffé avec de la toluidine et du chlorure de zinc donne un amidooctyltoluol qui bout vers 325° et dont les sels et les dérivés acétylés et benzoïlés cristallisent facilement.

V. Meyer. Synthèses du thiophène. (*Berichte,* XVIII, p. 217. Zurich.)

Dans le but d'élucider la constitution du thiophène, diverses synthèses de ce corps ont été réalisées dans le laboratoire de V. Meyer sans que la réaction soit assez nette pour prou-



A. Calm l'a obtenu en faisant passer des vapeurs de sulféthyle $S(C_2H_5)_2$ dans des tubes chauffés au rouge, réaction confirmée par Kèkulé. Nahnsen l'a obtenu en faisant passer sur des pyrites chauffées de l'éthylène, du gaz ordinaire et des vapeurs de ligroïne, ou bien en traitant l'acide crotonique ou l'acide butirique normal par le sulfure de phosphore. L'acide isobutirique, comme cela était à prévoir, n'en donne pas, et l'acide valérianique donne du thiotolène avec le pentasulfure de phosphore, enfin l'éther traité de même et la paraaldéhyde traitée par le sulfure de phosphore donnent aussi du thiophène.

A. Weber et N. Wolff. Perchlorphénol obtenu par le perchlorbenzol. (*Berichte*, XVIII, p. 335. Zurich.)

En chauffant le perchlorbenzol avec de la soude caustique et de la glycérine on obtient presque quantitativement du perchlorphénol; son éther méthylique forme des aiguilles fusibles à 108° et son éther acétique des aiguilles fusibles à 147°-148°.

R. Nietzki et O. Goll. Azonaphtaline. (*Berichte*, XVIII, p. 297. Bâle.)

On avait jusqu'à présent regardé la naphtase de Laurent comme de l'azonaphtaline, ce qui paraît maintenant peu probable, elle forme des aiguilles fusibles à 275°, tandis que l'α

azonaphtaline fond à 190° et sublime en feuilles; elle a été obtenue en suspendant le sulfate d'amidoazonaphtaline dans l'acide sulfurique dilué et traitant par du nitrite de soude, la combinaison diazoïque obtenue, chauffée avec de l'alcool fournit l'azonaphtaline qui est bien soluble dans le benzol et l'alcool amylique.

R. Nietzki et Th. Benckiser. Orthonitroaniline et son sulfoacide. (*Berichte*, XVIII, p. 294. Bâle.)

L'acétylsulfanilate de soude brut dissous dans l'acide sulfurique concentré est traité par l'acide nitrique, en évaporant ensuite après neutralisation par la chaux, le groupe acétyle est éliminé en solution acide et on obtient l'acide sulfoorthonitroanilique $C_6H_3NH_2NO_2HSO_3$ en effet, chauffé avec l'acide chlorhydrique on obtient l'orthonitroaniline. Cet acide peut s'obtenir aussi directement de l'acétanilide en traitant par l'acide sulfurique, puis en nitrant.

E. Schulze et E. Bosshard. Glutamine dans les betteraves et son pouvoir rotatoire. (*Berichte*, XVIII, p. 390. Zurich.)

Les auteurs ont reconnu que la glutamine existe dans le suc de toutes les variétés de betteraves en la précipitant au moyen du nitrate d'oxyde de mercure. La glutamine en solution aqueuse ne dévie pas la lumière polarisée, mais si on ajoute de l'acide sulfurique ou de l'acide oxalique, le rayon est dévié à droite; ce n'est pas pourtant une cause d'erreur dans l'estimation du sucre au polarimètre, car en admettant une teneur de 0,5 $^0/_0$ de glutamine, cela ne ferait dévier ce rayon que de quelques dixièmes de degré. L'acide glutamique en solution acide dévie fortement à droite la lumière polarisée.

H. Brunner et Ernest Chuard. β Amidoalizarine. (*Berichte*, XVIII, p. 445. Lausanne.)

Les auteurs ont traité la β nitroalizarine suspendue dans

l'acide sulfurique et chauffée vers 100° par la mannite, la glucose et la saccharose dans l'espoir d'obtenir des substances analogues au bleu d'alizarine, mais la réaction n'a pas lieu dans le même sens qu'avec la glycérine et on obtient seulement de la β amidoalizarine.

BOTANIQUE

J.-B. Schnetzler. Notice sur une galle des feuilles de chêne (Quercus pedunculata). *Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, XX, p. 302.)

Le 9 septembre (1883), en parcourant le bois de Sauvabelin, au-dessus de Lausanne, par une belle matinée, j'entendis un bruit semblable à la pluie qui tombe sur les feuilles des arbres. La cause de ce bruit était la chute de milliers de petites galles qui tombaient des feuilles des chênes sans le moindre mouvement de l'air. Ces arbres se trouvaient plus ou moins resserrés entre des hêtres. Sur les feuilles de ces chênes on voyait, principalement sur la face inférieure, un très grand nombre de petites galles, en forme de lentilles de 3 à 4 millimètres de diamètre. La plupart étaient d'un blanc ou jaune verdâtre ; d'autres, surtout les plus jeunes, étaient roses ou rouges, passant quelquefois au brun. Les galles plus rares qui se trouvaient sur la surface supérieure de la feuille étaient d'un rouge plus ou moins foncé. Le sol était littéralement couvert de ces galles ; elles étaient descendues par milliers dans la mousse et entre les différentes plantes qui se trouvaient sous les chênes. Ces galles sont produites par la piqûre d'un petit hyménoptère (*Neuroterus Malpighii*). Le long des nervures principales de la feuille se trouvait une autre petite galle, de couleur brune, ressemblant à une coquille béante de mollusque bivalve ; elle est produite par une espèce du même genre (*Neuroterus ostreus*). Sur les nervures on voyait encore quelques galles globuleuses jaunes, tachetées de rouge, produites par *Cynips scutellaris*. Une autre petite galle, déprimée au centre en forme

de bouton de chemise, se trouve quelquefois sur les mêmes feuilles de chêne : elle est produite encore par une espèce de *Neuroterus* (N. Reaumurii).

Les observations suivantes se rapportent à la galle, en forme de lentille, produite par *Neuroterus Malpighii*.

On possède sur la structure anatomique des galles produites par les *Cynipides*, les travaux de Lacaze-Duthiers[1]. Prillieux[2] et Frank[3] ont étudié le développement de quelques-unes de ces galles, sans étendre leur étude à celle qui nous occupe spécialement.

La formation et le développement de la galle produite par *Neuroterus Malpighii* ressemble beaucoup à ce que Frank a si bien observé pour la galle du *N. Reaumurii* (Cynips Reaumurii). L'insecte pique la face supérieure de la feuille et dépose un œuf dans le mésophylle. Soit sous l'influence de la piqûre, et peut-être d'un liquide âcre, soit par l'irritation produite par la larve, les cellules du mésophylle de la feuille de chêne se multiplient par division ; il se forme un véritable méristème, qui produit dans notre galle un petit renflement à la face inférieure de la feuille, tandis que la piqûre de la face supérieure se cicatrise. La petite protubérance produite sur la face inférieure est d'abord de couleur verte comme les cellules à chlorophylle de la feuille. Le tissu formé par la division de ces cellules s'étale peu à peu sous forme de lentille avec une petite élévation au centre, tandis que la base est légèrement déprimée. La petite protubérance primitive forme alors un très court pédoncule, qui supporte la galle lentiforme, et qui, s'atrophiant plus tard, en provoque la chute. Dans les jeunes galles, ce pédoncule est encore vert, tandis que le tissu intérieur de la galle, d'abord verdâtre, devient peu à peu blanc. Le méristème de la jeune galle augmente de plus en plus en se différenciant en parenchyme et tissu épidermique ; il se forme des faisceaux fibrovasculaires qui, au moment de la chute de la galle, ne doi-

[1] *Annales des Sc. nat.*, 3e série, t. XIX.

[2] *Id.*, 6e série, t. III.

[3] Frank, *die Krankheiten der Pflanzen.*

vent plus communiquer avec ceux de la feuille. L'épiderme de la galle diffère de celui de la feuille ; ce dernier est extrêmement riche en stomates, tandis que celui de la galle n'en présente point ou très peu ; dans ses cellules se trouve souvent une matière colorante rose ou rouge. Les cellules du parenchyme de la galle sont remplies de grains d'amidon de forme globuleuse. Elles contiennent, en outre, une quantité considérable de tannin. Lorsqu'on écrase quelques galles dans de l'alcool, une solution de sulfate ferro-ferrique produit un précipité d'un beau bleu de Prusse. Il suffit même d'écraser une seule galle dans une petite quantité d'eau pour obtenir une coloration bleue avec le sel de fer.

Dans la galle complètement formée on distingue la couche épidermique, souvent renforcée par une couche subéreuse. Au-dessous de l'épiderme se trouve un tissu cellulaire, aux cellules ovoïdes ou anguleuses, riche en amidon et en tannin. Dans les galles dont nous parlons on trouve au-dessus du pédoncule une petite cavité habitée par la larve ; cette dernière est entourée d'un tissu cellulaire lâche, dont les cellules ont des parois très minces ; elles sont remplies d'un protoplasma trouble. Lacaze-Duthiers a donné à ce tissu le nom de couche alimentaire, parce qu'elle sert spécialement comme nourriture à la larve. Cette couche alimentaire est enveloppée d'un tissu dur, formant un sclérenchyme, nommé couche protectrice par le même savant français.

L'œuf étant pondu dans la feuille, la larve qui en sort monte de bonne heure à travers la petite protubérance dans le méristème de la jeune galle. L'épiderme de cette dernière se couvre très tôt de poils allongés, simples, ordinairement incolores, quelquefois colorés de la matière colorante rouge des cellules épidermiques. Dans les galles adultes, ces poils sont relativement courts et ordinairement d'un rouge brun.

La larve ou l'insecte parfait passe l'hiver dans la galle. Au mois de mars, ce dernier pond ses œufs dans les bourgeons. La génération qui provient de cette ponte produit, d'après Adler[1], une forme d'été connue sous le nom de *Spathegaster baccarum*, dont les galles globuleuses, charnues, restent en-

[1] *Deutsche entomol. Zeitschrift*, 1877, p. 209.

fermées dans la feuille, produisant une petite protubérance sur la face inférieure. De ces galles, déjà formées au mois de mai, il sort quelques semaines plus tard le *Neuroterus Malpighii*, qui produit les galles que nous venons d'étudier.

L'effet produit par la piqûre de ces insectes présente un grand intérêt physiologique. Un tissu cellulaire formé *(Dauergewebe)* se transforme, sous l'influence d'une irritation produite, en un véritable méristème ; ces cellules se divisent comme celles de l'embryon, comme celles des points de végétation. Ce méristème, comme le méristème primitif, se différencie en tissu épidermique, en parenchyme, en tissu fibro-vasculaire, comme s'il s'agissait de produire les tissus d'une nouvelle plante. Ainsi une seule cellule du mésophylle d'une feuille, sous l'influence d'une excitation donnée, peut devenir le point de départ de la formation de tous les tissus qui constituent une plante.

Les matières assimilées par les feuilles étant employées en partie à la production des tissus de la galle, la feuille elle-même devient jaune et finit par se dessécher avant l'automne. Pour empêcher la production de nouvelles galles au printemps et en été, il faudrait brûler en automne les feuilles et les galles tombées.

J.-B. Schnetzler. Chlorose des feuilles de la betterave commune. (*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles,* XXI, p. 12.)

Le 9 août 1884, je reçus des feuilles de betterave provenant d'un champ situé près du lac, à Cully. Ces feuilles étaient vertes et blanches, quelques-unes entièrement blanches. La coloration, d'un blanc parfaitement pur, occupait quelquefois exactement la moitié du limbe et du pétiole; d'autres fois il y avait des taches blanches sur un fond vert ou vice versa. Dans tout le champ il n'y avait qu'une seule plante qui présentait cette coloration anormale.

Les cellules du mésophylle de la partie blanche des feuilles contenaient du protoplasma incolore avec des vacuoles et des gaz; les parois cellulaires étaient transparentes avec un noyau

à l'intérieur : dans le protoplasma on observait de fines granulations isolées et agglomérées. Ces cellules ne renfermaient pas trace d'amidon. Parmi les cellules de la partie verte de la feuille qui étaient très riches en grains de chlorophylle, il y en avait un très grand nombre isolées, réunies en groupes ou en séries le long des trachées qui renfermaient une grande quantité de grains d'amidon de forme arrondie, entremêlés avec les grains de chlorophylle.

Certaines parties de la feuille sont blanches sur la surface supérieure, vertes sur la surface inférieure et vice versa. Les feuilles blanches ou les parties de feuilles blanchies, sont parfaitement turgescentes et présentent le même accroissement que les parties vertes. Les produits de l'assimilation de ces dernières servaient évidemment à entretenir la vie des parties blanches. Il est vrai que Pringsheim n'attribue pas à la chlorophylle le rôle que la plupart des botanistes lui assignent dans le travail de l'assimilation. Il la regarde comme un écran qui tempère l'action de la respiration. Mais dans les parties vertes de la feuille les cellules les plus riches en chlorophylle ne sont pas celles qui renferment le plus d'amidon, et un grand nombre d'entre elles n'en contiennent point du tout. Les cellules à amidon se trouvent souvent au milieu de cellules vertes qui en sont complètement privées.

L'absence de la coloration verte ne provient pas de l'absence du fer dans le sol. Les plantes chlorosées traitées avec une solution de sulfate ferreux ne verdissaient pas. Le sol sur lequel se trouvait la plante chlorosée ne paraissait différer en rien de celui où se trouvaient les plantes normales[1]. Elles se trouvaient toutes dans les mêmes conditions par rapport à la lumière, la chaleur et l'humidité. Il y avait là une cause individuelle, une tendance à la variation, provenant peut-être déjà de la graine. Dans beaucoup de plantes à feuilles panachées nous trouvons cette variation établie et se transmettant par hérédité comme, par exemple, dans *Phalaris arundinacea*.

Ce qui résulte en tout cas de l'observation précédente,

[1] Rien ne prouve cependant que ce sol ne renfermait pas de substances qui auraient pu exercer une action chimique sur la coloration des feuilles.

c'est que le protoplasma incolore privé de chlorophylle n'a pas produit de traces d'amidon.

J.-B. Schnetzler. Notice préliminaire sur une mousse du lac Léman. (*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, XXI, p. 25.)

Les pêcheurs qui prennent l'ombre-chevalier en face de la pointe d'Yvoire, sur la rive méridionale du lac Léman, ramènent souvent dans leurs filets des fragments de roche calcaire de couleur grise, perforée de trous et traversée par des fissures remplies de calcite. Sur ces pierres calcaires se trouve fréquemment une mousse d'une belle couleur verte. Pierres et mousse proviennent d'une profondeur d'environ 200 pieds. Ce fait m'a été affirmé par M. Bocion, peintre et professeur à l'école industrielle cantonale de Lausanne, qui l'a constaté lui-même d'une manière indubitable. Il fallait bien cette affirmation d'un observateur aussi consciencieux que M. Bocion pour admettre l'existence d'une mousse vivant dans l'eau à 200′ de profondeur. Ce qui prouve qu'elle n'est pas accidentellement tombée dans l'eau, c'est son intime liaison avec la roche calcaire dont les fragments se trouvent si souvent dans les filets qu'elle paraît bien répandue dans cette partie du fond du lac. Aucun cours d'eau ne débouche dans cette région. La roche calcaire et la mousse se trouvent, du reste, à une grande distance du rivage. Il n'existe, à ma connaissance, aucune mousse qu'on ait trouvée vivant à une pareille profondeur. Le fait serait d'autant plus frappant que les cellules de notre mousse sont remplies de chlorophylle, matière colorante qui, sauf de rares exceptions, ne peut se développer que sous l'influence de la lumière d'une certaine intensité. Aussi ma communication n'a-t-elle pas pour but d'affirmer ou de constater un fait aussi étrange, mais plutôt de provoquer des recherches qui permettront la solution du problème.

Malheureusement la mousse amenée par les filets des pêcheurs m'a été transmise complètement desséchée et sans fructification, ce qui rend sa détermination presque impossible. La

forme dont elle se rapproche le plus est une espèce du genre *Thamnium* (*Th. alopecurum* L.). Cette mousse se trouve dans toute l'Europe dans des forêts humides, les grottes, surtout sur des roches calcaires, dans le lit des ruisseaux. On l'a trouvée dans les gorges du Chauderon et du Durnant, aux sources du Toleure, etc. Cependant les échantillons qui nous ont été transmis diffèrent de la forme typique, parce qu'ils sont plus grêles, étalés. Rabenhorst (*Kryptogamen Flora*) mentionne ces formes grêles en ajoutant qu'elles sont alors à peine reconnaissables.

A la surface de notre mousse se trouvaient des Diatomées, surtout *Gomphonema clavatum* Ehrb., qu'on trouve dans les ruisseaux, lacs, marais, tourbières et fossile dans le Kieselguhr de Franzensbad. Des masses gélatineuses cylindriques, de couleur grise, renfermant de nombreuses *Cyclotella operculata* Ag. qui se trouvent dans les grands lacs, ruisseaux, marais, etc., jusqu'à 1500 mètres d'altitude. D'après M. Brun (*Diatomées des Alpes et du Jura*), cette espèce forme des agglomérats gélatineux gris ou jaunâtres, adhérents d'abord aux divers corps dans l'intérieur de l'eau, puis venant ensuite flotter à la surface.

Les géologues pourront déterminer sans doute l'origine des fragments de cette roche calcaire qui me paraît être un calcaire alpin. On pourra alors savoir si ce calcaire a été amené dans les profondeurs du lac pendant l'époque actuelle ou si son transport remonte à l'époque glaciaire. La roche calcaire formerait-elle un gisement qui affleure au fond du lac? Comme la mousse est intimement liée à ces fragments de roche, nous saurons alors quelque chose de plus précis sur son origine. Des mousses scandinaves se trouvent encore aujourd'hui sur des blocs erratiques des plaines de l'Allemagne du Nord, par exemple *Andræa Rothii,* près de Bremen, *Splanchnum ampullaceum* dans des tourbières, *Grimmia maritima*, etc.

Quelle que soit l'origine de notre mousse du lac Léman, son existence à l'état vivant, sur des fragments de roches calcaires, à plus d'un kilometre du rivage et loin de tout affluent, présente toujours un certain intérêt.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 30 avril 1885.

Cette séance a été consacrée à une discussion sur la constitution du benzol. M. Amé Pictet s'était chargé d'introduire la question.

Séance du 21 mai.

M. R. Bourcart présente à la Société des appareils pour l'analyse des gaz, construits d'après les données de Hempel.

M. M. Hoenig communique les résultats d'un travail commencé sur les conseils de M. le prof. Græbe et concernant quelques dérivés de la phtalide. En faisant réagir sur la phtalide un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique on obtient de la nitrophtalide. Cette nitrophtalide (point de fusion 141°) donne par oxydation l'acide β-nitrophtalique, de sorte que la constitution de la nitrophtalide ne peut s'exprimer que par l'une des deux premières formules suivantes :

```
       /\  CO \            NO2 /\  CO \           NO2 /\  CO OH
      |  |     >O              |  |     >O            |  |
  NO2  \/  CH2 /                \/  CH2 /              \/  CO OH
       I                         II               acide β-nitrophtalique.
```

Comme la nitrophtalide se transforme par réduction en un

acide amidotoluique qui a été aussi obtenu par M. Racine et dont la constitution, d'après lui, répond à la formule

$$C_6H_3\begin{cases} CO\ OH & (1) \\ CH_3 & (2) \\ NO_2 & (4) \end{cases}$$

c'est la formule I qu'il faut adopter pour la nitrophtalide.

La réduction de la nitrophtalide en acide amidotoluique s'opère à l'aide de l'acide iodhydrique et du phosphore. On obtient ainsi le sel phosphorique de l'acide amidé $PO_4H_3.NH_2.C_6H_3\begin{cases} CH_3 \\ CO\ OH \end{cases}$, qu'il suffit de décomposer par l'oxyde d'argent ou le carbonate de baryum pour isoler l'acide amidotoluique.

Si l'on réduit la nitrophtalide avec l'étain et l'acide chlorhydrique, le groupe NO_2 est seul attaqué et l'on obtient de l'amidophtalide $NH_2.C_6H_3\begin{cases} CH_2 \\ CO \end{cases}\!\!>O$ (p[t] fus. 178°), corps basique, qui possède entre autres propriétés caractéristiques, celle de donner très facilement des produits de condensation dont l'étude sera faite plus tard.

M. Hoenig a aussi constaté qu'il se forme un acide monosulfonique de la phtalide $SO_3H.C_6H_3\begin{cases} CH_2 \\ CO \end{cases}\!\!>O$ lorsqu'on fait réagir l'acide sulfurique fumant sur la phtalide.

La phtalide se préparant facilement d'après le procédé de M. Græbe (voir *Archives*, 1885, t. XIII, p. 148). M. C. Racine a entrepris l'étude de quelques dérivés de l'acide orthotoluique. Cet acide s'obtient en effet par réduction de la phtalide.

L'anhydride orthotoluique $(CH_3.C_6H_4.CO)_2O$ a été préparé suivant la méthode générale de synthèse des anhydrides: réaction du chlorure d'orthotoluyle sur l'orthotoluate de sodium.

Fittig a déjà obtenu un acide nitrotoluique dont la constitution a été établie par M. Racine de la manière suivante. L'acide nitrotoluique a été transformé en un acide amidotoluique, identique avec celui obtenu par M. Hoenig; cet acide amidé soumis ensuite à l'action de l'acide nitreux s'est con-

verti en un acide oxytoluique possédant les mêmes propriétés que l'acide oxytoluique préparé par Tiemann et Schotten et dont la constitution est connue.

$$\begin{array}{ccc} & /\diagdown & CO_2H \\ & |\quad | & \\ OH & \diagdown / & CH_3 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccc} & /\diagdown & CO_2H \\ & |\quad | & \\ NO_2 & \diagdown / & CH_3 \end{array}$$

acide paroxy-orthotoluique — acide paranitro-orthotoluique.

Si l'on soumet l'acide orthotoluique à l'action d'un mélange d'acide nitrique et d'acide sulfurique, on obtient un acide dinitro-orthotoluique $\begin{matrix}NO_2\\NO_2\end{matrix}\!\!>C_6H_2<\!\!\begin{matrix}CO_2H\\CH_3\end{matrix}$ qui peut être réduit en acide diamidé $\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}\!\!>C_6H_2<\!\!\begin{matrix}CO_2H\\CH_3\end{matrix}$.

Séance du 27 juin.

A l'instigation de M. le prof. Græbe, M. P. DUMAS a étudié l'action des phénols (résorcine, pyrogallol) et de l'ammoniaque sur l'anhydride tétrachlorophtalique.

Si l'on chauffe au bain d'huile un mélange d'anhydride tétrachlorophtalique et de résorcine, on obtient une fluorescéine tétrachlorée de la constitution suivante :

$$C\begin{array}{l} /\; C_6H_3\begin{array}{l}-OH\\>O\end{array} \\ -C_6H_3OH \\ \diagdown\; C_6Cl_4.CO.\,O \end{array} = C_{20}H_6Cl_4O_3(OH)_2$$

Ce corps chauffé avec l'anhydride acétique se transforme en un dérivé diacétylé $C_{20}H_6Cl_4O_3(O.COCH_3)_2$: si l'on fait réagir le pentachlorure de phosphore sur la fluorescéine tétrachlorée, on peut remplacer les deux hydroxyles de la fluorescéine par le chlore et obtenir un corps répondant à la formule $C_{20}H_6Cl_4O_3Cl_2$.

Le pyrogallol réagit aussi sur l'anhydride tétrachlorophtalique.

M. Dumas a encore obtenu une tétrachlorophtalimide en dirigeant un courant d'ammoniaque gazeuse dans l'anhydride tétrachlorophtalique fondu. Le corps qui se forme ainsi répond à l'une des deux formules suivantes :

$$C_6\,Cl_4 \begin{array}{l} \diagup C{=}NH \\ \qquad\qquad > O \\ \diagdown CO \end{array} \quad \text{ou} \quad C_6\,Cl_4 \begin{array}{l} \diagup CO \diagdown \\ \diagdown CO \diagup \end{array} NH.$$

M. le prof. Græbe communique les résultats de recherches relatives à quelques substances obtenues par M. J. Walter dans la fabrique R. Geigy et Cie à Bâle.

1° Lorsqu'on chauffe à 100° la diméthylaniline avec du chlorure de zinc et du soufre, il se forme un composé sulfuré. L'analyse et l'étude des propriétés ont montré que ce corps est le même que celui obtenu par Tursini (*Ber.* 1884 p. 584) en faisant réagir l'acide persulfocyanique sur la diméthylaniline. C'est donc de la tétraméthylthioaniline $S \begin{array}{l} \diagup C_6\,H_4\,N\,(CH_3)_2 \\ \diagdown C_6\,H_4\,N\,(CH_3)_2 \end{array}$. Ce corps appartient probablement à la série para, car soumis à l'action du mélange oxydant de bichromate de potassium et d'acide sulfurique il donne de la quinone.

2° M. Walter a obtenu en chauffant la diméthylaniline avec du chlorure de zinc une nouvelle substance basique fondant à 87° et entrant en ébullition à une température supérieure à 360°. MM. Græbe et Ernst, qui ont étudié ce composé, ont reconnu que c'était un dérivé tétraméthylé du diamidodiphényle $(CH_3)_2\,N.\,C_6\,H_4.\,C_6\,H_4.\,N\,(CH_3)_2$, isomère avec la tétraméthylbenzidine obtenue par Michler et Pattinson (*Ber.* 1884, 115) soit en faisant réagir l'acide sulfurique concentré sur la diméthylaniline, soit en traitant cette base par le bioxyde de plomb. La tétraméthylbenzidine étant un corps de la série para, la base obtenue avec le chlorure de zinc doit donc appartenir à la série ortho ou méta.

3° Parmi les produits de l'action de l'acide sulfurique très concentré (ou renfermant 20 °/₀ SO_3) sur la diphénylamine M. Walter a isolé un corps fondant à 240° et distillant à une température très élevée, que MM. Græbe et Ernst ont reconnu

pour une diphénylbenzidine ou tout au moins pour un diamidodiphényle diphénylé :

$$\begin{array}{l} C_6H_4.\ N.\ C_6H_5 \\ | \\ C_6H_4.\ N.\ C_6H_5 \end{array}$$

Cette condensation est analogue à celle que subit la diméthylaniline sous l'action de l'acide sulfurique à 200° (Michler et Salathé, *Ber.* 12).

M. B. Schudel expose les résultats de travaux commencés à l'instigation de M. le prof. Græbe et concernant l'action de l'anhydride phtalique sur l'amidoazobenzol. Le corps que l'on obtient ainsi est une matière colorante jaune à laquelle il faut attribuer l'une des deux formules suivantes :

$$C_6\ H_4 \begin{cases} C = N\text{-}C_6H_4.\ N_2.\ C_6H_5 \\ \quad\ \ \big> O \\ CO \end{cases}$$

I

$$C_6\ H_4 \left\langle \begin{matrix} CO \\ CO \end{matrix} \right\rangle N\text{-}C_6H_4.\ N_2.\ C_6H_5$$

II

La première de ces formules semble la plus probable; c'est donc du phtalimido-azobenzol. Tandis que la phtalimide et la méthylphtalimide sont réduites par l'étain et l'acide chlorhydrique en phtalimidine et méthylphtalimidine (voir *Archives*, 1885, t. XIII, p. 147), le phtalimido-azobenzol subit dans les mêmes conditions une décomposition assez complète et donne directement de la phénylène-diamine.

Le phtalimido-azobenzol se dissout facilement dans les alcalis ; il a la propriété de former avec les solutions de sels minéraux des combinaisons caractéristiques qui peuvent être représentées de la façon suivante, dans l'hypothèse de la formule I.

$$C_6H_3 < \begin{matrix} -OH \\ C{=}N\text{-}C_6H_4.\ N_2\,C_6\,H_5 \\ COO\ Ag \end{matrix}$$ pour la combinaison résultant

de l'action du nitrate d'argent et $C_6H_4 < \begin{matrix} C \begin{matrix} =N\text{-}C_6H_4.\ N_2.\ C_6H_5 \\ -O \end{matrix} \\ CO\ O \end{matrix} > Ca$

pour la combinaison résultant de l'action du chlorure de calcium.

En comparant les formules de ces sels avec celle du phtalimido-azobenzol, on voit qu'il faut admettre que ce dernier fixe d'abord les éléments d'une molécule d'eau, dont l'hydrogène est ensuite partiellement ou totalement remplacé par un métal.

La combinaison argentique se transforme sous l'action de l'iodure d'éthyle en un éther correspondant :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} C \begin{matrix} -OH \\ =N.\ C_6H_4.\ N_2.\ C_6H_5 \end{matrix} \\ CO\ O\ C_2H_5 \end{matrix}$$

Les propriétés de cet éther éthylique permettent de décider dans une certaine mesure du choix de la formule I ou de la formule II pour le phtalimido-azobenzol.

En effet, l'éther éthylique, dans le cas où la formule II serait juste, ne peut avoir que la constitution suivante :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} C\ O.\ NH.\ C_6H_4.\ N_2.\ C_6H_5 \\ CO\ O\ C_2H_5 \end{matrix}$$

ce qui fait de ce corps une base secondaire, tandis que d'après la formule donnée plus haut, ce doit être une base tertiaire. Or cet éther éthylique ayant plutôt les propriétés d'une base tertiaire, ne donnant en particulier aucune combinaison nitrosée avec l'acide nitreux, la dernière formule proposée pour l'éther éthylique ainsi que la formule II du phtalimido-azobenzol deviennent donc très peu probables.

M. le prof. Græbe fait remarquer que cette discussion de formule revient en dernière analyse à la question de la constitution de la phtalimide qui, selon lui, ne peut encore être définitivement tranchée.

M. N. Dobreff rend compte de recherches sur l'acide diben-

zyle-dicarbonique et sur l'acide diphtalylique, recherches commencées à l'instigation de M. le prof. Græbe.

L'acide dibenzyle-dicarbonique a été obtenu suivant les indications de M. Græbe en réduisant le diphtalyle par l'acide iodhydrique et le phosphore.

L'étude des sels a montré que les métaux alcalins et alcalino-terreux forment des sels neutres, tandis que les métaux lourds ont une tendance à donner des sels basiques. Les sels de calcium et de plomb sont les types de ces deux catégories de composés :

$$\begin{array}{l} C_6H_7 < \begin{array}{l} CO\ O \diagdown \\ CH_2 \end{array} \\ \qquad\quad | \qquad\qquad Ca \\ C_6H_4 < \begin{array}{l} CH_2 \\ CO\ O \diagup \end{array} \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{l} C_6H_4 < \begin{array}{l} CO\ O - Pb \\ CH_2 \qquad\ \ | \end{array} \\ \qquad\quad | \qquad\qquad O \\ C_6H_4 < \begin{array}{l} CH_2 \qquad\ \ | \\ C\ OO - Pb \end{array} \end{array}$$

Les éthers méthylique et éthylique, ont été préparés de deux manières : *a*) action des iodures alcooliques sur le sel d'argent ; *b*) action de l'acide chlorhydrique gazeux sur les dissolutions alcooliques de l'acide.

Le produit résultant de la distillation sèche de l'acide dibenzyle-dicarbonique avec la chaux sodée, n'est pas le dibenzyle, comme on pourrait s'y attendre, mais un mélange d'hydrocarbures très probablement formé de 80 °/₀ de stilbène que l'on sépare facilement à l'état de bromure de stilbène, et de 20 °/₀ de dibenzyle.

L'acide nitrique fumant réagit sur l'acide dibenzyle-dicarbonique avec formation d'un acide dinitré:

$$NO_2 .\ C_6H_3 < \begin{array}{l} CH_2 - CH_2 \\ COOH\ \ COOH \end{array} > C_6H_3 .\ NO_2,$$

qui se transforme par oxydation en acide β-nitrophtalique $NO_2 .\ C_6H_3 < \begin{array}{l} CO\ OH \\ CO\ OH \end{array}$ (1.2.4.).

En dirigeant un courant d'acide chlorhydrique gazeux dans une solution alcoolique de l'acide dinitré, il se forme un éther acide $NO_2 .\ C_6H_3 < \begin{array}{l} CH_2 ——— CH_2 \\ CO\ OC_2H_5\ \ COOH \end{array} > C_6H_3 .\ NO_2$.

Si l'on fait passer un courant d'ammoniaque gazeuse dans

une solution alcoolique de dibenzyle-dicarbonate d'éthyle, on obtient une amide de la constitution suivante :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CH_2 \text{———} & CH_2 \\ COOC_2H_5 & CO\ NH_2 \end{matrix} > C_6H_4.$$

L'acide diphtalylique a été préparé d'après les indications de M. Ador et de MM. Græbe et Schmalzigang. On obtient le même acide en oxydant l'acide dibenzyle-dicarbonique au moyen du permanganate de potassium en solution alcaline.

Le diphtalylate d'argent a servi à préparer les éthers neutres méthylé et éthylé. Si l'on cherche à préparer l'éther méthylique en faisant réagir l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange d'acide et d'alcool méthylique, on obtient un produit différent, qui n'est ni un éther neutre, ni un éther acide et qui répond à la formule $C_6H_4 < \begin{matrix} CO \text{ — } \\ CO_2CH_3 \end{matrix} O < \begin{matrix} C\ (OH) \\ CO \end{matrix} > C_6H_4$.

Ce corps se transforme en un dérivé monoacétylé sous l'action de l'anhydride acétique.

Comme c'était à prévoir, l'acide diphtalylique réduit par l'acide iodhydrique et le phosphore, s'est converti en acide dibenzyle-dicarbonique.

Si l'on fait réagir le pentachlorure de phosphore sur l'acide diphtalylique il se forme deux corps isomères, l'un connu, le chlorure de diphtalyle, l'autre inconnu, le chlorure de l'acide diphtalylique :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ C\ Cl \end{matrix} > O$$
$$|$$
$$C_6H_4 < \begin{matrix} C\ Cl \\ CO \end{matrix} > O$$

chlorure de diphtalyle

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO\ Cl \\ CO \end{matrix}$$
$$|$$
$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ CO\ Cl \end{matrix}$$

chlorure de l'acide diphtalylique

M. Dobreff a encore étudié l'action de l'alcool et de l'acétate d'argent sur le bromure de diphtalyle et a obtenu les deux composés suivants :

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ C\ (O\ C_2H_5) \end{matrix} > O$$
$$\|$$
$$C_6H_4 < \begin{matrix} C\ (O\ C_2H_5) \\ CO \end{matrix} > O$$

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CO \\ C\ (CO\ CH_3) \end{matrix} > O$$
$$\|$$
$$C_6H_4 < \begin{matrix} C\ (CO\ CH_3) \\ CO \end{matrix} > O$$

MM. F. Pfaff et E. Leroy ont commencé l'étude de la dibenzylaniline et de ses dérivés. La dibenzylaniline a été obtenue en faisant réagir le chlorure de benzyle sur l'aniline; c'est une substance blanche, cristallisant en aiguilles fusibles à 67°. — Soumise à l'action de l'acide nitreux elle se transforme en nitrosodibenzylaniline $C_6H_4\,(NO).\ N{<}^{C_7H_7}_{C_7H_7}$, corps qui se présente sous forme de paillettes vertes fusibles à 128° et explode sous l'action de la chaleur. — Traitée par l'acide nitrique la dibenzylaniline se transforme en un dérivé dinitré fondant à 100° $C_{20}H_{17}N_3O_4$. MM. Pfaff et Leroy poursuivront ces recherches.

Ph.-A. Guye.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

SEPTEMBRE 1885

Le 2, forte rosée le matin.
3, très forte rosée le matin.
4, de 9 h. du matin à midi éclairs et tonnerres à l'ONO.; à 7 h. du soir éclairs à l'E., au SE. et au SSE.
6, assez fort vent à 4 h. du soir.
7, de 11 h. à 11 $^3/_4$ du m. éclairs et tonnerres à l'O. et au NNO.; éclairs au SE. à 9 h. du soir; très forte pluie l'après-midi.
9, très forte rosée le matin.
11, fort vent du S. de 9 h. à 9 h. $^1/_2$ du matin et à 1 h. du soir.
13, 14, 15, 16 et 17, très forte rosée le matin et le soir.
17, halo lunaire à 9 h. du soir.
18, rosée le matin.
20, forte rosée le matin.
21, 22, 23 et 24, très forte rosée le matin et rosée le soir.
24, éclairs et tonnerres à l'O. de 2 h. 24 m à 3 h. 15 m. du soir; de 5 h. 10 m. à 7 h. du soir éclairs et tonnerres au NO. puis au NE.; à 6 h. $^1/_2$ forte pluie mêlée de quelques grêlons.
27, neige sur les montagnes environnantes.
28, pluie mêlée de neige à 10 h. $^3/_4$ du matin; le thermomètre indique à cette heure + 2°,4.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 7 h. matin	728,95	Le 4 à 4 h. soir	720,11
5 à 9 h. matin	725,81	7 à 7 h. matin	723,38
9 à 11 h. soir	729,84	11 à 5 h. matin	719,77
13 à 10 h. matin	733,96	18 à 1 h. matin	725,69
23 à 9 h. matin	735,26	25 à 8 h. matin	719,76
25 à 10 h. soir	722,33	27 à 9 h. matin	719,87
30 à minuit	731,18		

GENÈVE. — SEPTEMBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Minim. observé au barogr.	Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Fract. de saturation en millièmes Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	726,62	— 1,14	725,95	728,40	+15,69	— 0,90	+11,5	+21,3	746	+ 5	530	920	...	...	variable	0,68	+19,1	+ 0,8	186,0
2	727,87	+ 0,13	726,46	728,95	+14,46	— 2,02	+ 9,0	+19,6	809	+ 65	570	980	...	...	N. 1	0,22	19,1	+ 0,9	187,0
3	725,48	— 2,24	724,27	726,93	+17,21	+ 0,84	+ 9,2	+25,0	778	+ 31	500	1000	0,1	1	S. 1	0,65	19,2	+ 1,0	185,0
4	722,15	— 5,55	720,11	724,59	+15,93	— 0,32	+12,3	+19,4	855	+106	610	1000	26,6	11	S. 1	0,92	18,8	+ 0,7	184,5
5	724,96	— 2,72	724,54	725,81	+15,30	— 0,83	+11,4	+20,2	651	—101	450	870	1,5	1	S. 1	0,77	18,6	+ 0,6	183,0
6	724,40	— 3,25	724,02	724,91	+17,44	+ 1,42	+12,1	+23,5	682	— 72	510	820	0,2	1	S. 1	0,87	...	.....	184,0
7	724,56	— 3,07	723,38	725,89	+15,72	— 0,17	+13,3	+21,0	881	+124	690	990	45,3	8	variable	0,95	...	.....	183,0
8	726,24	— 1,36	724,36	728,64	+14,86	— 0,91	+11,5	+19,5	764	+ 5	540	1000	1,0	2	S. 1	0,90	14,3	— 3,5	184,5
9	727,78	+ 0,20	726,37	729,84	+13,07	— 2,57	+ 8,0	+19,1	804	+ 42	580	910	2,8	1	S. 1	0,73	14,1	— 3,7	183,5
10	727,39	— 0,16	723,08	729,83	+14,39	— 1,13	+10,5	+20,2	738	— 26	470	920	0,2	...	variable	0,57	14,6	— 3,1	182,0
11	723,74	— 3,78	719,77	728,21	+12,64	— 2,75	+ 9,0	+17,8	688	— 79	420	950	1,6	1	S. 1	0,97	14,4	— 3,2	179,0
12	731,04	+ 3,55	728,93	732,51	+11,29	— 3,96	+ 7,2	+15,3	721	— 48	550	920	...	...	N. 1	0,63	12,8	— 4,7	178,0
13	733,02	+ 5,56	732,06	733,96	+11,91	— 3,21	+ 4,8	+17,9	799	+ 27	530	980	...	...	N. 1	0,02	...	.....	178,0
14	732,80	+ 5,37	731,59	733,82	+15,39	+ 0,41	+ 8,1	+23,4	795	+ 21	580	970	...	...	N. 1	0,00	14,4	— 3,0	178,5
15	732,62	+ 5,22	731,56	733,28	+18,73	+ 3,88	+10,5	+25,6	759	— 17	540	990	...	...	S. 1	0,05	14,7	— 2,6	177,5
16	732,55	+ 5,18	730,55	733,87	+17,34	+ 2,63	+11,1	+23,0	777	— 2	460	1000	...	...	N. 1	0,05	16,2	— 1,0	175,5
17	728,31	+ 0,97	726,01	730,44	+17,58	+ 3,02	+10,2	+26,7	779	— 2	400	970	...	...	variable	0,00	16,7	— 0,4	175,0
18	726,60	— 0,71	725,69	727,72	+17,63	+ 3,21	+11,6	+23,4	740	— 43	600	910	0,5	1	ESE. 1	0,80	17,5	+ 0,5	173,5
19	728,82	+ 1,55	726,96	730,50	+18,28	+ 4,00	+13,0	+24,4	751	— 34	530	910	...	...	S. 1	0,23	17,7	+ 0,8	175,0
20	730,43	+ 3,19	729,76	731,10	+16,41	+ 2,28	+11,0	+21,3	764	— 23	460	960	...	...	variable	0,18	...	.....	173,0
21	731,08	+ 3,87	730,38	732,52	+15,52	+ 1,54	+ 9,4	+20,6	756	— 34	590	940	...	...	N. 1	0,27	17,8	+ 1,1	170,0
22	733,69	+ 6,51	732,57	734,88	+15,92	+ 2,09	+10,3	+20,9	790	— 2	590	910	...	...	variable	0,02	17,9	+ 1,3	169,0
23	733,84	+ 6,70	732,13	735,26	+15,45	+ 1,77	+ 9,2	+20,7	861	+ 67	720	960	...	...	N. 1	0,02	18,0	+ 1,5	168,5
24	727,74	+ 0,63	723,56	731,76	+17,01	+ 3,49	+ 8,0	+24,6	814	+ 19	480	970	19,2	5	SSO. 1	0,62	18,0	+ 1,6	167,0
25	721,73	— 5,34	719,76	722,95	+10,41	— 2,96	+ 7,6	+13,0	962	+165	910	1000	27,7	16	variable	1,00	17,6	+ 1,3	167,0
26	720,99	— 6,05	720,29	722,01	+ 8,83	— 4,38	+ 7,0	+10,5	854	+ 55	750	990	9,2	11	NNE. 1	1,00	16,4	+ 0,2	173,0
27	720,87	— 6,13	719,87	722,38	+ 7,71	— 5,34	+ 5,9	+ 9,5	986	+185	960	1000	32,4	21	NO. 1	1,00	...	.....	174,0
28	722,90	— 4,07	720,50	726,79	+ 3,89	— 9,00	+ 2,4	+ 5,1	976	+173	960	1000	30,5	17	S. 1	1,00	13,3	— 2,7	174,0
29	729,39	+ 2,46	727,41	731,04	+ 7,47	— 5,26	+ 3,2	+11,1	794	— 10	610	1000	2,3	2	SSE. 1	0,92	15,2	— 0,7	177,0
30	729,95	+ 3,05	728,50	731,18	+10,66	— 1,91	+ 6,2	+15,5	878	+ 72	760	980	6,0	7	NO. 1	0,98	15,4	— 0,4	175,0

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726,18	725,88	725,80	725,98	725,43	725,03	725,58	726,07
2e »	729,86	729,75	730,08	730,55	729,80	729,45	729,90	730,56
3e »	727,42	727,02	727,19	727,56	727,18	726,76	727,20	727,42
Mois	727,82	727,55	727,69	728,03	727,47	727,08	727,56	728,02
Température.								
	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+13,06	+12,19	+13,10	+17,30	+18,68	+18,86	+16,03	+14,04
2e »	+12,20	+11,42	+12,00	+17,72	+20,27	+20,69	+17,01	+14,44
3e »	+ 9,65	+ 8,70	+ 9,35	+12,65	+13,98	+13,87	+11,62	+10,49
Mois	+11,64	+10,77	+11,49	+15,89	+17,64	+17,80	+14,89	+12,99
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	881	891	862	691	637	629	750	825
2e »	908	906	884	659	565	560	741	835
3e »	931	927	940	810	763	792	875	899
Mois	907	908	895	720	655	660	789	853

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°	°		mm	cm
1re décade	+10,88	+ 20,88	+ 17,22	0,73	77,7	184,25
2e »	+ 9,65	+ 21,88	+ 15,55	0,29	2,1	176,30
3e »	+ 6,92	+ 15,15	+ 16,62	0,68	127,3	171,45
Mois	+ 9,15	+ 19,30	+ 16,47	0,57	207,1	177,33

Dans ce mois l'air a été calme 3,9 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,63 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 3°,1 O. et son intensité est égale à 15,6 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1885.

Le 1er, forte bise tout le jour; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir.
3, fort jusqu'à 1 h. du soir; brouillard jusqu'à 4 h. du soir.
4, fort vent jusqu'à 1 h. du soir; forte bise à 10 h. du soir; brouillard à 7 h. du matin; neige dans la journée.
5, brouillard à 7 h. du matin.
6, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
7, brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; fort vent depuis 10 h. du matin.
8, fort vent jusqu'à 10 h. du matin, puis forte bise; brouillard à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige à 1 h. du soir, dont la hauteur ne peut être mesurée.
9, brouillard depuis 7 h. du soir.
10, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
11, fort vent jusqu'à 1 h. du soir, puis forte bise; neige jusqu'à 1 h. du soir, puis brouillard.
12, forte bise tout le jour; brouillard jusqu'à 7 h. du soir.
17, brouillard depuis 7 h. du soir.
19, brouillard depuis 10 h. du matin.
24, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
25, fort vent à 7 h. du matin et 10 h. du soir; forte bise à 7 h. du soir; neige depuis 7 h du soir, la hauteur de la neige tombée ne peut être mesurée.
26, fort vent tout le jour; brouillard jusqu'à 10 h. du matin, et depuis 7 h. du soir.
27, fort vent presque tout le jour; brouillard jusqu'à 10 h. du matin; neige à 10 h. du soir.
28, neige une grande partie de la journée; très forte bise depuis 1 h. du soir; brouillard à 10 h. du soir.
29, brouillard jusqu'à 4 h. du soir; forte bise jusqu'à 10 h. du matin; neige à 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 1 h. matin	568,87	Le 4 à 6 h. soir	562,90
6 à 10 h. soir	567,00	8 à 7 h. matin	563,82
9 à 11 h. soir	566,50	11 à 8 h. matin	560,75
15 à 11 h. soir	576,50	18 à 6 h. soir	768,37
22 à 11 h. soir	574,95	26 à 4 h. matin	558,04
27 à 10 h. matin	560,44	28 à 1 h. soir	555,76
30 à 6 h. soir	568,15		

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.		Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.			
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim	millim				
1	565,18	— 2,97	563,98	567,09	+ 1,00	— 4,08	+ 0,5	+ 2,9	.....	.....	....	NE.	2	0,97
2	567,62	— 0,48	567,03	568,70	+ 4,52	— 0,47	— 1,2	+ 8,4	.....	.....	....	NE.	1	0,08
3	568,25	+ 0,21	567,36	568,87	+ 3,37	— 1,53	+ 2,0	+ 5,1	.....	11,5	....	SO.	2	0,93
4	564,14	— 3,84	562,90	567,10	+ 1,03	— 3,78	— 0,8	+ 3,2	150	48,3	....	SO.	2	0,97
5	563,93	— 3,99	562,97	565,06	+ 2,63	— 2,09	— 2,0	+ 6,0	.....	.....	....	variable		0,43
6	565,81	— 2,05	564,85	567,00	+ 4,72	+ 0,10	+ 0,5	+ 7,5	.....	.....	....	NE.	1	0,53
7	565,92	— 1,87	564,91	566,97	+ 3,13	— 1,39	+ 2,0	+ 4,9	.....	20,0	....	SO.	2	1,00
8	564,75	— 2,97	563,82	566,24	— 0,22	— 4,64	— 1,0	+ 0,8	.....	7,5	....	NE.	2	1,00
9	565,57	— 2,08	565,03	566,50	+ 0,65	— 3,67	— 2,6	+ 3,3	.....	4,4	....	NE.	1	0,72
10	565,37	— 2,21	564,06	566,34	+ 1,18	— 3,03	— 3,5	+ 3,5	.....	.....	....	NE.	1	0,45
11	561,83	— 5,68	560,75	563,77	— 1,38	— 5,48	— 4,4	+ 1,4	140	22,1	....	variable		1,00
12	566,08	— 1,36	562,74	568,70	— 3,27	— 7,26	— 6,2	— 1,5	.....	.....	....	NE.	2	0,83
13	571,84	+ 4,47	568,91	573,82	+ 7,20	+ 3,32	+ 2,3	+ 9,5	.....	.....	....	NE.	1	0,00
14	574,16	+ 6,86	572,80	575,28	+10,48	+ 6,72	+ 5,8	+14,2	.....	.....	....	NE.	1	0,03
15	575,38	+ 8,16	574,80	576,50	+11,12	+ 7,48	+ 7,7	+13,3	.....	.....	....	variable		0,00
16	575,06	+ 7,92	574,37	576,37	+10,20	+ 6,68	+ 8,4	+12,3	.....	.....	....	SO.	1	0,00
17	572,23	+ 5,17	570,36	574,12	+ 9,53	+ 6,13	+ 7,0	+12,6	.....	.....	....	SO.	1	0,32
18	568,96	+ 1,98	568,37	570,22	+ 6,97	+ 3,70	+ 5,3	+10,1	.....	.....	....	SO.	1	0,68
19	569,41	+ 2,51	568,57	570,50	+ 5,27	+ 2,12	+ 3,5	+ 6,7	.....	.....	....	SO.	1	0,85
20	570,30	+ 3,48	570,08	570,50	+ 5,57	+ 2,55	+ 3,0	+ 8,3	.....	.....	....	NE.	1	0,23
21	570,61	+ 3,87	570,19	571,80	+ 5,83	+ 2,94	+ 4,8	+ 8,1	.....	.....	....	NE.	1	0,27
22	573,42	+ 6,77	571,90	574,95	+ 7,80	+ 5,04	+ 3,6	+11,1	.....	.....	....	SO.	1	0,08
23	574,33	+ 7,77	573,06	574,92	+ 7,83	+ 5,20	+ 4,5	+10,3	.....	.....	....	NE.	1	0,13
24	569,03	+ 2,55	564,80	572,98	+ 6,13	+ 3,63	+ 4,0	+ 8,4	.....	.....	....	SO.	1	0,52
25	560,45	— 5,95	559,00	564,00	+ 0,75	— 1,61	— 0,4	+ 3,3	.....	12,5	....	variable		1,00
26	558,81	— 7,50	558,04	559,52	+ 1,77	— 0,45	— 2,6	+ 2,9	.....	15,0	....	SO.	2	1,00
27	559,57	— 6,65	558,09	560,44	+ 3,00	+ 0,92	— 1,5	+ 4,2	.....	32,0	....	SO.	2	1,00
28	556,46	— 9,67	555,76	558,54	— 7,20	— 9,14	— 9,0	— 4,5	160	44,0	....	NE.	3	1,00
29	562,45	— 3,59	558,96	565,60	— 6,30	— 8,10	— 9,6	— 3,7	30	2,0	....	NE.	1	1,00
30	567,21	+ 1,26	565,64	568,15	— 0,18	— 1,84	— 0,5	+ 2,1	.....	.....	....	NE.	1	0,40

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	565,91	565,41	565,37	565,53	565,56	565,60	565,86	565,99
2e » ...	570,39	570,15	570,14	570,61	570,49	570,55	570,78	571,09
3e » ...	565,23	564,93	565,16	565,53	565,29	565,20	565,18	565,36
Mois	567,18	566,83	566,89	567,22	567,11	567,12	567,27	567,48

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	+ 0,59	+ 3,09	+ 4,09	+ 3,78	+ 2,64	+ 2,02
2e » ...	+ 5,23	+ 7,13	+ 8,48	+ 8,06	+ 5,87	+ 5,24
3e » ...	+ 1,40	+ 3,10	+ 3,48	+ 2,85	+ 2,10	+ 1,73
Mois	+ 2,41	+ 4,44	+ 5,35	+ 4,90	+ 3,54	+ 3,00

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 0,61	+ 4,56	0,71	91,7	150
2e » ...	+ 0,32	+ 8,69	0,39	22,1	140
3e » ...	— 0,67	+ 4,22	0,64	105,5	190
Mois	+ 0,65	+ 5,82	0,58	219,3	480

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,30 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 17,8 sur 100.

Les observations météorologiques de Martigny manquent pendant le mois de septembre.

Pages 411-2 not published

DE L'INFLUENCE DE LA GRAVITATION

SUR LES

MOUVEMENTS DE QUELQUES ORGANES FLORAUX

PAR

M. Jean DUFOUR

Assistant au Polytechnicum.

Depuis bien longtemps, les recherches physiologiques sur les divers organes de la fleur semblent se concentrer dans une seule et même direction : l'étude de la fécondation et des phénomènes qui accompagnent et favorisent cet acte important. On s'efforce de mettre en lumière toutes les dispositions qui tendent à faciliter le transport du pollen sur le stigmate; on explique tous les plus petits détails de l'organisation des fleurs par les avantages de la fécondation croisée, par les nécessités d'offrir aux insectes qui l'opèrent toutes les facilités possibles.

Il est en revanche un côté de la physiologie de la fleur qui paraît, jusqu'ici, plus ou moins délaissé; c'est l'examen de l'influence des forces extérieures, la gravitation et la lumière, sur la forme des fleurs, et en particulier sur les divers mouvements des organes floraux. On considère bien plutôt aujourd'hui tous ces mouvements comme

absolument spontanés, comme dus à des causes purement internes et morphologiques.

Mon but est de montrer, par quelques exemples, que la *sensibilité géotropique* est en réalité très développée chez beaucoup de fleurs et détermine souvent la position et la forme des étamines et du pistil.

Le mot de mouvement des étamines éveille généralement l'idée de brusques déplacements de ces organes, et les noms de *Berberis, Mahonia,* etc., viennent aussitôt à l'esprit du botaniste. Ces phénomènes spéciaux d'irritabilité, ces mouvements provoqués par l'attouchement ne doivent pas nous occuper ici.

Les mouvements déterminés par la gravitation sont au contraire assez lents ; ils se traduisent par des courbures et non par des déplacements rapides. Très prononcées chez certaines espèces de fleurs, ces courbures géotropiques sont souvent complètement nulles. En d'autres termes : il y a des fleurs dont les étamines et le pistil perçoivent, d'une manière remarquable, quelle est leur position par rapport à la terre; il en est d'autres chez qui cette sensibilité des organes floraux n'est point développée.

Toutes les courbures qui apparaissent chez les étamines ne sont du reste point dues à l'action de la gravitation; il en est qui sont positivement d'origine spontanée, comme nous le verrons plus loin.

Suivant leur cause efficiente, je distingue donc ici deux classes principales [1] de courbures des étamines et des pistils :

[1] Je ne veux naturellement point dire par là que tous les mouvements de courbure des étamines doivent nécessairement venir se ranger dans l'une ou l'autre de ces catégories. D'autres facteurs, par exemple l'héliotropisme et le poids des anthères exercent proba-

1° Les courbures *géotropiques*, déterminées par la gravitation ;

2° Les simples *nutations* spontanées, indépendantes de l'action de la terre.

Disons-le une fois pour toutes, ces divers mouvements, quelle que soit leur origine, sont en rapports intimes avec le grand but de la fleur, la fécondation. Les étamines et le pistil occupent dans beaucoup de cas une position respective immuable, rationnelle, qui leur garantit en général le transport du pollen sur le stigmate, soit directement, soit le plus souvent par voie de croisement. Mais dans les fleurs qui vont nous occuper ici, les organes floraux doivent d'eux-mêmes, au début de l'anthèse, venir se placer dans la position favorable à la fécondation. C'est précisément pour accomplir ces mouvements que des forces diverses sont mises en jeu. Ici encore, nous voyons la nature, inépuisable dans ses ressources, atteindre le même but final par des moyens différents.

Comment s'y prendre pour étudier la nature de ces phénomènes ? J'ai employé pour cela deux méthodes principales qui paraissent se compléter mutuellement.

L'une consiste à faire subir aux plantes en observation une rotation lente autour d'un axe horizontal, en se servant pour cela d'un clinostat mû par un mouvement d'horlogerie. Dans l'appareil que j'avais à ma disposition, la plante décrivait un cercle entier dans un plan vertical durant 18 minutes. Cette expérience est décisive, car elle annule l'influence de la gravitation.

Malheureusement, plusieurs inconvénients se présen-

blement leur influence dans certains cas. Ces deux divisions se rapportent donc uniquement aux exemples particuliers traités dans ce travail.

tent lorsqu'il s'agit d'appliquer cette méthode aux étamines. En effet, à moins de disposer d'un grand appareil à moteur énergique où l'on puisse faire tourner des plantes enracinées, on est forcé d'opérer sur des tiges coupées et fixées par leur base, au moyen de tampons de coton, dans de petites éprouvettes remplies d'eau, adaptées à l'axe de rotation. Les conditions d'expérimentation ne sont plus absolument normales. Les organes floraux, privés en partie de la nourriture nécessaire à leur croissance, se développent moins vigoureusement et les courbures, si elles apparaissent, sont souvent moins nettes que chez la plante normale.

Il y a du reste de grandes différences, suivant les espèces, dans la force de résistance opposée aux conditions défavorables du clinostat. Tandis que certaines plantes languissent rapidement, d'autres restent fraîches et vigoureuses pendant plusieurs jours. C'est le cas, par exemple, pour l'Asphodèle jaune.

En somme, dans les expériences au clinostat, on ne peut tirer parti convenablement que des phénomènes qui se produisent dans les deux ou trois jours qui suivent la mise en appareil. Il faut d'autre part se garder des effets appelés par les Allemands du nom expressif de « Nachwirkung, » des effets consécutifs; c'est-à-dire, dans le cas présent, des courbures induites par l'action de la terre alors que la fleur était encore dans sa position normale, mais qui ne se manifestent qu'au bout de quelques heures, lorsque la rotation a déjà commencé.

J'ai toujours contrôlé les expériences au clinostat par d'autres essais exécutés soit au jardin, sur la plante intacte, soit au laboratoire, avec des tiges coupées.

Ces essais de contrôle consistaient simplement à re-

courber l'inflorescence de façon que son sommet fût dirigé contre la terre. Si la courbure à étudier est d'origine spontanée, elle apparaît comme d'habitude, dans le même sens par rapport à l'axe de la fleur. Si au contraire l'action de la terre est en jeu, la courbure s'effectuera naturellement en sens inverse, toujours par rapport à la position morphologique de la fleur. Il est cependant une précaution nécessaire à prendre chez plusieurs espèces. Il faut non seulement renverser la grappe florale, mais encore fixer *chaque fleur* en l'attachant dans la position voulue; sinon le pédoncule se redresse et ramène la fleur à sa position primitive, déterminée par rapport à l'horizon. Ce mouvement de redressement, de nature évidemment géotropique, s'opère souvent avec une rapidité remarquable; en quelques heures la fleur renversée peut subir un changement notable de position [1].

Parmi les fleurs sensibles à l'action de la gravitation, il faut citer en tout premier lieu celles de la Fraxinelle (*Dictamnus Fraxinella*, Pers.).

La fleur s'ouvre en général dans les premières heures de la journée. Au début, les étamines, au nombre de dix, sont un peu infléchies vers la terre. Cette légère courbure est peut-être due, en partie, à un géotropisme positif; le poids de l'anthère doit y entrer aussi pour quelque chose. Le style est droit, court (6-10^{mm}), dissimulé entre les

[1] Il vient de paraître tout récemment, sur le mécanisme compliqué de ces courbures des pédoncules floraux, un travail très complet de M. le Dr Fritz Noll d'Heidelberg (*Arbeiten des bot. Institut in Würzburg*, III, Heft 2). J'ai eu souvent l'occasion, dans mes recherches sur les étamines, de constater plusieurs des faits signalés par M. Noll, par exemple pour *Delphinium* et *Scrophularia*. Voir encore dans ce mémoire une notice sur le mouvement géotropique du pistil de *Veronica longifolia* L. (p. 230).

étamines. Bientôt ces dernières subissent un allongement assez prononcé, et alors se manifeste le mouvement caractéristique. Les étamines se recourbent fortement vers le haut, de façon à rendre leurs extrémités à peu près verticales. Ce redressement a lieu le plus souvent dans un ordre régulier : les étamines supérieures d'abord, puis, paire par paire, les médianes, et enfin les plus rapprochées de la terre effectuent tour à tour le mouvement.

Le style, lui aussi, éprouve bientôt une courbure dans sa partie terminale, en sens inverse des étamines ; il se recourbe vers la terre. Mais au bout de peu de temps le pistil prend un développement nouveau, redevient à peu près droit, puis se recourbe derechef lentement, cette fois vers le haut. A ce moment, le stigmate est mûr pour la fécondation. En revanche, les étamines ayant accompli leur fonction se dessèchent et tombent après que leur forte courbure primitive s'est partiellement effacée.

Quant à la rapidité de ces mouvements, je puis dire que, dans la plupart des fleurs examinées, les diverses phases de l'anthèse durent de trois à quatre jours. Voici en général comment les phénomènes se suivent :

1er jour. Les pétales s'écartent ; trois ou quatre étamines se recourbent en haut. Style droit.

2me j. Les autres étamines, excepté les deux ou trois inférieures, suivent le mouvement. Le style s'infléchit vers le bas.

3me j. Toutes les étamines sont recourbées. Le style se redresse dans le cours de la journée.

4me j. Style courbé franchement vers le haut.

Ces divers mouvements des organes floraux apparaissent également lorsque la plante est placée dans une obscurité complète.

L'expérience montre en revanche, de la manière la plus nette, que ces courbures sont dues à l'action de la gravitation. Quelle que soit la position de la fleur dans l'espace, les étamines cherchent toujours, dans une certaine phase de leur existence, à s'éloigner de la terre; le style tend d'abord à s'en rapprocher, puis, au bout de deux jours, à s'en éloigner, par une remarquable variation de ses propriétés géotropiques. Les courbures s'effectuent toujours dans un plan vertical et non dans un plan lié à la construction morphologique de la fleur. Le caractère zygomorphe de celle-ci, donné essentiellement par la courbure des étamines, est donc déterminé par l'action de la terre. Les mouvements latéraux des pétales, qui accentuent encore la zygomorphie, ne sont peut-être pas indépendants eux-mêmes de la gravitation.

Si, au début de l'anthèse, nous fixons une fleur de façon que son receptacle soit tourné vers le ciel, les étamines s'accroissent verticalement en haut et n'éprouvent aucune courbure. Le style se recourbe d'abord en crosse, le stigmate dirigé vers le bas, puis, au troisième jour, il redevient rectiligne.

Attachons au contraire un bouton prêt à s'ouvrir de façon que le receptacle regarde vers la terre. Voici ce qui arrive : les étamines éprouvent à leur extrémité une forte courbure qui ramène les anthères en haut. Quant au style, il reste d'abord droit, puis, vers le troisième jour, il se recourbe en portant le stigmate vers le haut.

Au clinostat, aucune de ces courbures n'apparaît.

Il est facile d'obtenir artificiellement des fleurs dont une partie des étamines sont recourbées vers le haut et l'autre partie vers le bas, ce qui leur donne un aspect fort bizarre. Il suffit pour cela de retourner la fleur pendant

la marche de l'anthèse, alors que les courbures normales ont déjà commencé à se produire chez les étamines supérieures. Mais au bout de quelques heures, un phénomène remarquable apparaît dans les fleurs ainsi traitées : les étamines courbées à faux se redressent par un mouvement compliqué, accompagné de torsion partielle du filet et se trouvent finalement dans la position normale. Ce redressement s'effectue avec d'autant plus de rapidité que les étamines sont plus jeunes et nouvellement courbées. Du reste, ces phénomènes se compliquent fréquemment d'une « action consécutive. » Lorsqu'on a retourné la fleur, on voit parfois des étamines accomplir un commencement de courbure vers le bas en obéissant à une induction antérieure ; puis bientôt le mouvement s'arrête et s'opère en sens inverse.

L'ablation des stigmates et des anthères, pratiquée dans les boutons, ne m'a pas paru avoir d'influence sur les mouvements des organes.

Si j'ai décrit avec autant de détails les phénomènes présentés par *Dictamnus Fraxinella*, c'est que nous avons là un type particulièrement remarquable de fleur à étamines sensibles à l'action de la terre, bien qu'il soit précisément cité en général comme bel exemple de nutation spontanée.

Le marronnier blanc (*Æsculus Hippocastanum* L.) présente également des courbures géotropiques fort nettes, tandis qu'elles sont un peu moins prononcées chez le marronnier rouge (*Æsc. rubicunda* Lodd.), presque nulles chez les *Pavia rubra* Lamk et *P. flava* DC.

Chez *Æsculus Hippocastanum*, le redressement des étamines a lieu dans un ordre assez déterminé, mais pas ab-

solument constant. Tandis que chez la Fraxinelle ce sont les étamines supérieures qui commencent, le mouvement débute généralement chez *Æsculus* par les étamines inférieures. Il arrive rarement que deux étamines insérées l'une à côté de l'autre se redressent en même temps; en général il y a alternance.

Le groupe des marronniers permet de constater d'autre part que la sensibilité géotropique n'est point nécessairement en rapport avec la longueur des filets staminaux. En effet, chez le *Pavia macrostachya* DC., caractérisé par de belles grappes florales à longues étamines saillantes, on observe soit aucune, soit seulement une très faible courbure géotropique des filets. Il y a en revanche chez cette espèce de fortes nutations spontanées dont nous reparlerons tout à l'heure. Les pistils de *P. macrostachya* sont nettement géotropiques (négativement).

Les courbures géotropiques des étamines et du pistil apparaissent enfin chez une foule d'autres plantes. Je citerai encore *Lythrum tomentosum* Mill., puis plusieurs Liliacées : *Funkia ovata* Spr., *F. subcordata*, Spr., *F. lancifolia* Spr., *Agapanthus umbellatus* Lhér., *Anthericum Liliago* L. (l'extrémité du style seulement), diverses espèces d'*Hemerocallis*.

Mais de toutes, celle qui offre les mouvements les plus énergiques c'est *Asphodelus luteus* L., une plante qui se prête admirablement à l'expérimentation. Qu'on me permette de citer à ce propos une observation que je ne veux pas donner comme absolument définitive, mais qui me paraît cependant digne d'être résumée ici.

Les fleurs d'*Asph. luteus* possèdent, comme on le sait, un périanthe à six divisions égales entre elles. A l'ouverture de la fleur, ce périanthe est parfaitement régulier.

Mais bientôt, indépendamment des fortes courbures effectuées par les étamines qui, à elles seules, rendent la fleur zygomorphe, on voit les pétales latéraux (la fleur s'ouvrant dans un plan vertical) se déplacer en se rapprochant du pétale supérieur. Le pétale inférieur restant en général dirigé contre la terre, la fleur devient franchement irrégulière.

Or je me demande si ces mouvements latéraux des divisions du périanthe ne sont pas provoqués également par la gravitation. Chez les grappes florales que j'ai fait tourner au clinostat, je n'ai jamais vu apparaître ce déplacement latéral. Les fleurs sont toujours restées absolument régulières : les étamines rectilignes, les divisions du périanthe séparées par des intervalles égaux. Cela est-il dû uniquement à l'affaiblissement des mouvements, causé par les conditions anormales où se trouvent les grappes coupées ? Il ne me semble pas. Mais ayant constaté ce fait alors que la floraison des Asphodèles touchait à sa fin, j'ai dû renoncer, faute de matériel, à instituer cette année d'autres expériences sur ce point.

Ce qui précède suffira pour montrer que l'influence de la gravitation sur les organes floraux n'est point négligeable. La sensibilité géotropique apparaît en réalité chez les représentants des familles les plus diverses. Il suffira, pour s'en convaincre, d'examiner à ce point de vue les plantes généralement cultivées dans les jardins botaniques.

Passons maintenant rapidement en revue quelques exemples de *mouvements spontanés* des organes floraux.

Il arrive assez souvent que les étamines et le pistil présentent, dans le bouton encore fermé, un allongement trop considérable pour le petit espace qui leur est dévolu.

Ces organes sont alors forcés de se recourber dans divers sens, et lorsque les pétales s'écartent enfin, les étamines apparaissent irrégulièrement ployées. Mais peu à peu elles se redressent et deviennent lentement rectilignes.

Je crois que l'on peut rapprocher ces phénomènes de ceux décrits, sous le nom de *Rectipétalité*, par M. Vöchting[1] dans son intéressant travail sur les mouvements des pédoncules floraux. Il y a là aussi une tendance à prendre la direction rectiligne, tendance qui se fait également jour dans les plantes fixées au clinostat.

Je citerai ici comme exemple les étamines de *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Spiræa ulmifolia* Scop., *Rhododendron arboreum* Sm., *Azalea Pontica* L. Chez cette dernière plante, nous trouvons en outre une combinaison de mouvements dus à des causes diverses. A l'ouverture de la fleur d'*Azalea*, les étamines, d'abord irrégulièrement ployées, se redressent peu à peu ; puis bientôt ces organes, sensibles à l'action de la terre, se recourbent vers le haut. Ainsi, mouvement spontané d'abord, suivi d'une courbure géotropique.

Chez *Pavia macrostachya* DC., les longues étamines accomplissent d'abord de fortes nutations dans tous les sens, dues évidemment à l'allongement inégal des divers côtés des filets, pour devenir finalement parfaitement rectilignes et horizontales. Ensuite survient parfois une faible courbure géotropique. Il arrive souvent que des anthères restent longtemps soudées entre elles, fait qui provoque également des courbures irrégulières très prononcées. Au clinostat, les nutations apparaissent également.

[1] H. Vöchting, Die Bewegungen der Blüthen und Früchte (Cohen), 1882, p. 31.

Beaucoup d'Ombellifères ont leurs étamines recourbées d'abord vers le centre de la fleur, puis ensuite étalées librement. Ce redressement se produit aussi au clinostat.

Enfin les mouvements des étamines d'*Aquilegia vulgaris* L., de *Teucrium Scorodonia* L., de *Lopezia racemosa* Cav.; des étamines et du style chez *Scrophularia nodosa* L. sont également de nature spontanée. Tous apparaissent au clinostat. Mon but n'étant pas d'analyser minutieusement tous les phénomènes de courbure, mais de rendre attentif aux causes déterminantes générales, je renonce à décrire spécialement ces divers cas.

Pour nous résumer en quelques lignes, nous dirons qu'il existe une diversité remarquable chez les organes floraux : tous sont sollicités par la gravitation ; quelques-uns s'y montrent sensibles, d'autres ne réagissent absolument pas. Quelle est la cause de cette diversité, toute question de finalité à part ? Nous ne la connaissons pas ; pas plus que nous ne comprenons le mécanisme intime des mouvements géotropiques.

Zurich, septembre 1885.

LE THERMOMÈTRE A BOULE MOUILLÉE

ET

SON EMPLOI POUR LA PRÉVISION DU TEMPS

PAR

M. A. KAMMERMANN
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Genève.

Communiqué à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, dans sa séance du 3 septembre 1885.

Dans une étude récente publiée dans les *Archives* du mois de juillet dernier, j'ai cherché les moyens qui pourraient servir aux agriculteurs pour leur permettre de prévoir le danger possible d'une gelée blanche. Ce travail était basé sur deux principes : 1° Sur la détermination du point de rosée, et 2° sur la comparaison de l'amplitude normale de la variation de la température pour Genève, avec l'amplitude observée. Le premier procédé est généralement recommandé pour les prévisions de gelée blanche. Pendant six mois de l'année les valeurs normales du point de rosée coïncident exactement avec le minimum moyen; pendant les mois d'août à mars, la température du point de rosée est plus élevée que ce minimum. J'ai

essayé d'expliquer cette anomalie, je ne reviendrai donc pas sur ce sujet.

Les écarts entre le minimum observé et le minimum prévu obtenus par la méthode du point de rosée atteignent parfois un chiffre considérable, et la confiance qu'inspirait ce genre de calcul généralement employé, s'en ressent.

L'emploi de la deuxième méthode, dont les résultats sont au moins aussi bons que ceux fournis par le point de rosée, améliore sensiblement les prévisions, et les écarts deviennent moins considérables. Cette amélioration des résultats obtenus au moyen de deux procédés, basés l'un sur le plus ou moins d'humidité contenue dans l'air et l'autre sur la température seule, m'a rappelé un principe physique qui peut être appliqué à la détermination du minimum de nuit.

Sans parler de son coefficient de conductibilité, le degré de refroidissement d'un corps dépend de deux facteurs ; 1° du milieu ambiant, et 2° de son degré de température. Plus l'enveloppe est isolante, et moins le corps perdra de chaleur ; d'un autre côté, plus la température du corps est élevée, plus aussi il perdra de chaleur dans un temps donné, et réciproquement. La terre se trouve dans le cas de ce corps. L'air constitue l'enveloppe isolante; la résistance que l'atmosphère offre au rayonnement nocturne, varie avec le degré d'humidité de l'air. D'autre part la déperdition de chaleur de la terre dépend également de la quantité de chaleur qu'elle a emmagasinée pendant le jour. Le refroidissement nocturne est donc une fonction de ces deux quantités.

La météorologie possède un instrument dont les indications sont des fonctions de ces deux variables : c'est le thermomètre à boule mouillée. Il y a lieu d'examiner

la relation qui peut exister entre le minimum de nuit et les températures fournies par le thermomètre à boule mouillée. Celui-ci ne servait jusqu'à maintenant qu'à déterminer l'humidité de l'air, soit la fraction de saturation ou la tension de la vapeur; on n'a donc pas de valeurs normales pour ses indications, et l'on est obligé de les calculer au moyen des valeurs normales de la température et de celles de la fraction de saturation ou de la tension de la vapeur. Si l'on compare les valeurs ainsi obtenues avec le minimum moyen, on trouve le résultat important suivant : *La différence entre la température indiquée pour une heure fixe par le thermomètre à boule mouillée et le minimum de nuit est à peu près constante pendant toute l'année.*

Choisissons une heure quelconque, par exemple 1 h. du soir, heure pour laquelle les campagnards peuvent encore être prévenus utilement. Le tableau suivant nous fournira pour tous les mois de l'année les valeurs normales suivantes: Température de l'air, lecture de la boule mouillée, minimum de nuit et les différences entre les deux premières quantités et la dernière.

	Température de l'air.	Boule mouillée.	Minimum de nuit.	Temp.— Minimum.	B. m.— Minimum.
	°	°	°	°	°
Janvier...	+ 1,9	+ 0,6	− 3,1	5,0	3,7
Février...	+ 4,1	+ 2,3	− 2,0	6,1	4,3
Mars.....	+ 7,6	+ 4,9	+ 0,6	7,0	4,3
Avril.....	+12,2	+ 8,3	+ 4,2	8,0	4,1
Mai......	+16,6	+12,1	+ 8,0	8,6	4,1
Juin......	+20,5	+15,3	+11,3	9,2	4,0
Juillet....	+22,5	+16,8	+13,1	9,4	3,7
Août......	+21,7	+16,4	+12,5	9,2	3,9
Septembre	+18,3	+14,2	+10,0	8,3	4,2
Octobre...	+12,9	+10,3	+ 6,1	6,8	4,2
Novembre.	+ 6,7	+ 5,0	+ 1,7	5,0	3,3
Décembre.	+ 2,5	+ 1,3	− 1,8	4,3	3,1

Nous voyons par ce tableau que la correction à soustraire de la température de l'air à 1 h. du soir pour obtenir le minimum moyen varie entre 4°,3 et 9°,4, soit de 5°,1, tandis que la correction à soustraire de l'indication fournie par la boule mouillée ne varie que de 3°,1 à 4°,3, soit de 1°,2 pendant toute l'année. Cette propriété du thermomètre à boule mouillée est très précieuse; car sa faible variation nous est déjà une garantie de supériorité pour les résultats qu'elle fournit sur ceux obtenus par le thermomètre à boule sèche. Examinons maintenant les résultats obtenus en pratique.

Pour cela nous nous en tiendrons aux mois critiques d'avril et de mai, mois pour lesquels la prévision d'une gelée blanche a le plus d'importance. Nous avons soustrait pour chacun de ces mois, pendant les quatre années 1882 à 1885, une correction constante de 4°,2 ou 4°,1 des températures indiquées par la boule mouillée à 2 h. ou 1 h. du soir. On a été obligé de prendre 2 h. du soir pendant les années 1882 et 1883, le changement dans les observations météorologiques à l'observatoire de Genève n'ayant eu lieu qu'en 1884. L'heure importe d'ailleurs peu, et il est évident que plus on se rapprochera de l'instant auquel a lieu le minimum de nuit, et plus les résultats seront exacts; l'humidité contenue dans l'air variera d'autant moins, et les caractères du temps pourront être considérés comme d'autant plus constants que l'heure choisie se rapprochera de l'instant où a lieu la température la plus basse. Si nous considérons la différence entre le minimum observé et le minimum probable obtenu par la soustraction de cette correction appliquée à la lecture de la boule mouillée, nous obtenons les résultats suivants :

Écarts entre le minimum observé et le minimum prévu.

	1882			1883			1884			1885		
	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Supérieurs à 2°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Supérieurs à 2°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Supérieurs à 2°	Compris entre 0° et 1°	Compris entre 1° et 2°	Supérieurs à 2°
Avril.	9	12	9	9	13	8	12	10	8	15	6	9
Mai...	11	11	9	14	8	9	17	9	5	10	7	14

Sur les 71 écarts supérieurs à 2° il s'en trouve 14 qui sont négatifs, c'est-à-dire pour lesquels le minimum vrai indique une température plus basse que le minimum probable ; et sur ces 14 écarts négatifs il n'y en a que 4 qui dépassent 3°. Ces cas sont très importants, car ils indiquent le nombre des gelées blanches qui auraient pu se produire sans qu'elles aient été prévues ; il ne faudrait pourtant pas croire que dans les 14 cas la gelée blanche ait eu lieu, loin de là. Si nous admettons que la gelée blanche puisse se produire alors que la température la plus basse de la nuit est de 3°,5, ce qui peut arriver dans nos contrées pour une faible gelée blanche, nous ne trouvons que deux cas sur les 14 pour lesquels la gelée blanche a pu avoir lieu sans avoir été signalée.

Nous croyons utile de répéter que plus l'instant auquel la prévision est faite est rapproché de la nuit, plus aussi le minimum de nuit probable se rapprochera du minimum vrai. Pour contrôler la valeur de la méthode exposée, nous comparerons directement les résultats fournis avec ceux qui ont été obtenus par les méthodes indiquées dans mon travail « Première étude sur le minimum de nuit. » L'heure choisie était 10 h. du soir, ce qui est un avantage considérable, puisque l'instant de la prévision est de 9 heures plus rapproché de l'instant du minimum

de nuit que celle du présent travail. Malgré cela les résultats sont encore satisfaisants, et peuvent supporter la comparaison indiquée. Le tableau suivant met en regard les écarts moyens entre le minimum de nuit et les minima probables obtenus soit au moyen du thermomètre à boule mouillée à 1 h. soir, soit à 10 h. du soir par l'emploi des deux méthodes indiquées dans le travail précité.

Écarts moyens entre le minimum observé et le minimum prévu.

	1882		1883		1884		1885	
	2 h. s.	10 h. s.	2 h. s.	10 h. s.	1 h. s.	10 h. s.	1 h. s.	10 h. s.
Avril	±1,93	±1,31	±1,60	±1,49	±1,52	±0,97	±1,62	±1,27
Mai..	1,70	1,62	1,41	1,11	1,25	1,20	2,04	1,16

Les écarts moyens de 1 h. du soir sont un peu plus forts que ceux de 10 h. du soir, comme on devait s'y attendre; si on les comparaît avec les écarts fournis par une seule des deux méthodes employées à 10 h. du soir, avec le point de rosée par exemple, on verrait qu'ils sont moins élevés, malgré la différence d'heure. Tandis que dans la « Première étude sur le minimum de nuit » on avait besoin de trois thermomètres, et que les opérations à faire pour obtenir le minimum étaient assez compliquées pour un agriculteur, un seul thermomètre et une simple soustraction suffisent pour donner déjà à 1 h. du soir le minimum probable avec une approximation presque aussi grande que celle obtenue précédemment à 10 h. du soir.

Une autre application du thermomètre à boule mouillée, également assez importante, consiste dans la prévision de la température du lendemain. Les stations centrales dans leurs bulletins quotidiens désignent la température

du lendemain sous trois dénominations : chaud, normal ou froid, dénominations qui se rapportent à la température normale du jour, déterminée par de longues séries d'observations. La température est désignée comme normale lorsqu'elle ne s'écarte pas de ± 2° de la moyenne du jour ; elle est notée comme chaude ou froide lorsqu'elle dépasse cette limite en plus ou en moins. Notons en passant que ces appellations ne nous paraissent pas heureuses, les particuliers ne pouvant avoir dans la tête les valeurs normales de la température pour chaque jour. Les désignations de chaud, normal ou froid, ne lui diront donc absolument rien, et ne pourront avoir de valeur que pour les personnes occupées spécialement de météorologie. Il est vrai que les stations centrales ne pourraient guère indiquer dans leurs bulletins quotidiens pour chaque endroit la température moyenne du lendemain. Une désignation de température probable varie dans les limites de 4°, tandis que les dénominations de chaud et de froid n'ont pas de limites. Il vaudra donc beaucoup mieux indiquer la température probable du lendemain en la chiffrant par degrés, et chacun aura ainsi un point de repère connu. Hann, le célèbre météorologiste autrichien, a montré que, dans les deux tiers des cas, la température du lendemain ne différait pas de 2° de celle du jour même. Le même calcul effectué pour Genève pendant l'année météorologique de 1884, et les 10 mois écoulés de celle de 1885, indique que dans 41 % des cas l'écart entre deux jours consécutifs ne dépasse pas 1° ; 30 fois sur 100 il est compris entre 1° et 2°, et il n'est supérieur à 2° que 29 fois sur 100.

Supposons que les prévisions se fassent à 1 h. du soir. Comme la limite d'exactitude admise est de 2°, il sera important de déterminer aussi exactement que possible

la température du jour même; si l'on ne dispose que d'une seule observation, nous serons obligés de la comparer avec la température moyenne correspondant à la même heure pour le jour en question; suivant qu'elle sera plus élevée, égale ou inférieure à la normale, nous devrons admettre que la température moyenne du jour non encore entièrement écoulé aura un écart analogue. Ce genre de prévision sera donc basé sur la température de l'air. La température moyenne du jour dépend toutefois beaucoup du degré d'humidité de l'air. On a comparé la vapeur d'eau contenue dans l'air à un piège tendu à la chaleur solaire; elle laisse passer les rayons de chaleur, mais ne les laisse que difficilement échapper. On a donc le droit de comparer de la même manière la température moyenne du jour à la température indiquée par la boule mouillée, pour les mêmes raisons qui ont été exposées précédemment. Ce calcul a été fait pour les huit mois de janvier à août de l'année 1885.

Le tableau suivant donne les écarts moyens pour 1885 entre la température du jour même et celle prévue à 1 h. du soir par la méthode exposée, soit avec la boule sèche, soit avec la boule mouillée.

Écarts entre la température du jour et celle prévue à 1 h. s.

	Par le thermomètre à		Supérieurs à 2°	
	Boule sèche.	Boule mouillée.	Boule sèche.	Boule mouillée.
Janvier..	±1°,14	±0°,75	5	3
Février..	1,34	0,92	5	3
Mars....	1,53	1,03	11	3
Avril....	1,40	0,88	7	2
Mai.....	1,81	0,85	12	1
Juin.....	1,65	0,94	12	2
Juillet...	0,77	0,88	2	2
Août....	1,34	1,06	10	4

Les écarts entre la température moyenne du jour et celle déduite à 1 h. du soir au moyen de la boule mouillée, sont donc plus faibles que ceux obtenus au moyen de la boule sèche; on bénéficie en moyenne d'un demi-degré; les écarts supérieurs à 2° sont aussi beaucoup moins fréquents, 20 au lieu de 64.

Si nous admettons que l'écart de la température du lendemain soit égal à l'écart de la température indiquée par la boule mouillée à 1 h. du soir du jour précédent, nous trouvons pour les 10 mois écoulés, décembre 1884 à septembre 1885, les résultats suivants : *La prévision de la température du lendemain obtenue ou moyen de la boule mouillée est exacte à 1° près dans 41 °/₀ des cas, elle en diffère de 1° à 2° 28 fois sur 100, et 31 fois sur 100 l'écart entre la prévision et la réalité dépasse 2°*. Si pendant le même laps de temps nous considérons les écarts de température entre deux jours consécutifs, nous trouvons à peu de chose près les mêmes chiffres, soit 42 °/₀ compris entre 0° et 1°, 28 °/₀ entre 1° et 2°, et enfin 30 °/₀ supérieurs à 2°. Les prévisions de la température du lendemain sont donc justes dans 69 °/₀ des cas. Les 31 cas pour lesquels l'écart dépassa 2° proviennent des changements dans le caractère du temps.

Disons encore quelques mots sur l'emploi du thermomètre à boule mouillée pour la prévision des autres caractères du temps. Le baromètre signale les changements dans la pression atmosphérique, mais ne fournit pas tous les diagnostics relatifs à un changement de temps. Ses indications sont donc toutes relatives. On sait depuis longtemps que l'arrivée d'une dépression est signalée non seulement par une baisse barométrique, mais aussi par un changement soit dans la direction du vent, soit dans la tempé-

rature et le degré d'humidité. Généralement un vent du S.-O. la précède, la température monte et l'humidité augmente. Or ces deux derniers facteurs s'additionnent pour fournir des indications élevées à la boule mouillée. Lorsque la dépression est passée, le ciel s'éclaircit; c'est un vent du N.-E. qui souffle, la température diminue ainsi que la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air, et le thermomètre à boule mouillée tombera très bas. Ses indications, jointes à celles du baromètre, doivent donc fournir d'excellentes données quant à la prévision du temps. Une expérience, de courte durée il est vrai, m'a montré que les prévisions entièrement locales, basées sur le baromètre et le thermomètre à boule mouillée, fournissent de bons résultats; j'aurai peut-être l'occasion d'y revenir.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LE

CHOC DES CORPS ÉLASTIQUES

PAR

M. H. SCHNEEBELI

M. Herz a publié dans les *Annales de Crelle*, tome 92, un mémoire excessivement remarquable sur le contact des solides élastiques. Dans ce mémoire, il s'occupe entre autres du choc de deux sphères élastiques et il répond aux différentes questions qui peuvent être soulevées sur ce phénomène.

Il obtient par exemple pour la durée du choc de deux sphères en acier du rayon R et qui se rencontrent avec une vitesse relative v :

$$T = 0{,}000024\, R\, v^{-\frac{1}{5}}$$

choisissant comme unités le millimètre et la seconde.

En 1870 j'avais abordé expérimentalement la question de la durée du choc des corps élastiques ; le cas ci-dessus n'a pas été soumis alors à des recherches appro-

fondies. J'ai entrepris pour cela de nouvelles séries d'observations dans cette direction et j'ai abordé d'autres problèmes qui s'y rattachent. J'avais à ma disposition quatre paires de sphères égales en acier dur ; voici leurs dimensions :

	Diamètre.
N (1)	70,0mm
N (2)	37,7
N (3)	29,9
N (4)	19,9

Pour avoir un choc central les sphères étaient suspendues comme c'est le cas dans les appareils de démonstration pour le choc élastique.

Un cercle divisé et muni d'un index permet la détermination exacte de la déviation des sphères. L'une de ces dernières est fixée contre l'index au moyen d'une ficelle qu'on brûle lors d'une expérience, et l'autre est suspendue librement. Comme autrefois la durée du contact des sphères fut observée à l'aide d'un galvanomètre.

On sait que l'intensité d'un courant qu'on établit n'atteint pas immédiatement sa valeur définitive, mais son intensité est représentée plutôt par :

$$i = \frac{E}{W}\left\{1 - e^{-\frac{W}{P}z}\right\}$$

E étant la force électromotrice de la pile, W la résistance totale du circuit, P le coefficient de self-induction du circuit et Z le temps écoulé depuis le moment de l'établissement du courant. Pour que la déviation de l'aiguille du galvanomètre soit proportionnelle au temps

pendant lequel le courant est fermé, il faut que le second terme de la parenthèse soit très petit par rapport à 1. La disposition que j'ai adoptée satisfait à cette condition.

Le circuit fut construit de manière à ce que son coefficient de self-induction devenait aussi petit que possible : par cet effet le multiplicateur du galvanomètre ne consiste qu'en huit tours du fil qui sont très rapprochés de l'aiguille aimantée. La résistance W du circuit monte à plusieurs ohms. On peut voir facilement, d'après ce qui précède et considérant le chiffre absolu de la durée du choc, que les conditions nécessaires au bon fonctionnement de l'expérience sont réalisées, si l'on admet la proportionnalité entre la durée du contact et la déviation de l'aiguille.

Pour varier la vitesse avec laquelle les sphères se rencontrent, on écartait l'une d'elles à des déviations différentes et on la laissait tomber contre l'autre qui se trouvait en repos. Le tableau suivant renferme le résultat d'une série d'expériences avec les sphères de 70,0mm de diamètre.

I

	Déviation de l'aiguille.	
v	A	$Av^{\frac{1}{5}}$
156mm	59,0	162
259	53.5	162
388	47,0	155
1032	39,5	158

Le tableau II rend compte de la relation qui existe entre la durée du contact et le rayon des sphères qui se rencontrent avec une même vitesse.

II

D	A	$\frac{D}{A}$
70,0mm	74,6	107
37,7	38,7	103
29,9	30,5	102
19,9	21,5	107

Il résulte de ces deux tableaux que :

La durée du contact des sphères est proportionnelle au rayon des sphères et inversément proportionnelle à $v^{\frac{1}{5}}$ *comme le demande la théorie.*

Finalement, j'ai déterminé la valeur absolue de la durée du contact ; mais n'ayant pas un appareil exact à ma disposition pour établir le courant pendant un intervalle de temps bien déterminé, le résultat doit être considéré seulement comme valeur approximative. Fermant le circuit au moyen d'un pendule qui glisse dans sa position d'équilibre sur une bande d'acier pendant 0,00082 secondes, on obtint une déviation de 230mm. Le choc des deux sphères de 70mm de diamètre et se rencontrant avec une vitesse relative de 776mm donne une déviation de 52,0 correspondant à une durée de contact de 0,000185 secondes. La valeur calculée est de 0,000222 secondes.

J'ai étendu mes expériences encore dans une autre direction. Herz donne pour les dimensions de la surface d'aplatissement, résultant du choc de deux sphères en acier (rayon R) et qui se rencontre avec une vitesse relative v :

Rayon du plan d'aplatissement $v = 0{,}0020\ R\ v^{\frac{2}{5}\ \mathrm{mm}}$.

On peut rendre visible la forme de la surface d'aplatissement pour des sphères d'acier, munies d'une surface brillante, en frottant la partie de la surface de la sphère qui subit le choc avec le doigt légèrement graissé par exemple avec de la paraffine. Après le choc on aperçoit sur chacune des deux sphères une figure circulaire avec des contours bien définis; le diamètre de ces cercles peut donc être mesuré avec une grande exactitude à l'aide d'une vis micrométrique. Les expériences ne se rapportent qu'aux plus grandes sphères avec le diamètre de 70^{mm}.

III

v	r observé.	r calculé.
259^{mm}	$0{,}66^{mm}$	$0{,}65^{mm}$
518	0,83	0,85
1042	1,10	1,12
1535	1,31	1,27

Il y a donc une concordance remarquable entre les résultats de l'expérience et la théorie.

Cette concordance est d'autant plus à remarquer que pour les vitesses plus grandes, que nous avons réalisées dans ces expériences, la pression dans la surface d'aplatissement surmonte de beaucoup la limite d'élasticité, tandis que le calcul suppose des forces qui ne dépassent pas cette limite. Car la pression totale dans la surface d'aplatissement au moment de la plus grande déformation est :

$$p_m = 0{,}00025\ R^2 v^{\frac{6}{5}} \text{ kilogrammes,}$$

donc pour une vitesse $v = 1535^{mm}$ et pour le rayon $R = 35{,}0^{mm}$ on aurait pour cette pression totale :

$$p_m = 2040 \text{ kilogrammes.}$$

De même aurait-on pour la pression maximale au centre du plan d'aplatissement par unité de surface :

$$p'_m = 29{,}1\, v^{\frac{2}{5}} \frac{\text{Kg}}{mm^2}$$

$$p'_m = 530 \text{ kilog.}$$

donc des pressions beaucoup plus considérables que celles admises comme limite d'élasticité.

Je me suis demandé en suite de cela si des pressions continues donnaient le même résultat que les pressions d'une courte durée provenant du choc des sphères.

Herz [1] a répondu à cette question déjà pour une autre substance, le verre ; et moi-même j'ai fait entreprendre dans notre laboratoire des recherches approfondies dans le même domaine sur des sphères en caoutchouc. Les résultats seront publiés prochainement ; cependant je dirai dès à présent ici que l'expérience confirme complètement et dans des limites très étendues les résultats théoriques.

Le rayon de la surface d'aplatissement de deux sphères égales du rayon R^{mm} qui sont serrées l'une contre l'autre par une force de p kilogrammes est :

$$r = \sqrt[3]{\frac{3}{16}\, p\, \vartheta\, R}$$

[1] Verhandlungen des Vereins zur Förderung des Gewerbefleisses, 1882.

Dans cette formule :

$$\vartheta = \frac{2(1+\theta)}{K(1+2\theta)}$$

peut être calculé pour chaque substance moyennant les relations :

$$E = 2K\frac{1+3\theta}{1+2\theta};$$

et

$$\mu = \frac{\theta}{1+2\theta};$$

E étant le coefficient d'élasticité d'après la définition ordinaire et μ le rapport de la contraction latérale à la dilatation longitudinale du solide élastique.

Admettons pour l'acier E = 20000 et $\mu = 0{,}30$ on obtiendra :

$$\vartheta = 0{,}000182$$

de sorte que pour nos sphères de $70{,}0^{mm}$ de diamètre

$$r = 0{,}106\sqrt[3]{p} \text{ millimètres.}$$

Les deux sphères furent placées convenablement sous une presse hydraulique ; l'une d'elles avait été peinte partiellement avec du chlorure de platine et les deux furent serrées l'une contre l'autre avec une force d'environ 2000 kil. pendant 5 minutes ; la presse ne permet pas de mesurer assez exactement des forces moindres.

Le rayon de la surface d'aplatissement est de :

$$r = 1{,}42^{\text{mm}}$$

tandis que la formule ci-dessus demande :

$$r = 1{,}34^{\text{mm}}$$

La valeur observée est plus grande que la valeur théorique, cependant la concordance devient satisfaisante vu le peu d'exactitude de la détermination de la pression.

Pour des pressions plus considérables ($p = 4000$ kil. et $p = 6000$ kilos) les différences deviennent plus grandes encore ; mais pour ces pressions on peut facilement constater de fortes déformations permanentes. Pour la pression de 6000 kilog. la force exercée au centre de la surface d'aplatissement serait :

$$Z = \frac{3\,p}{2\,\pi\,r^2} = 770 \text{ kilogrammes}$$

par unité de surface.

DES

MOUVEMENTS PÉRIODIQUES DU SOL

ACCUSÉS PAR DES NIVEAUX A BULLE D'AIR

(Septième année)

PAR

M, Ph. PLANTAMOUR

Il ne s'est rien présenté cette année de particulièrement intéressant dans la marche des niveaux comparée à celle de l'année dernière [1] ou des précédentes. Les oscillations du sol ont été, comme on peut s'en rendre compte par l'examen de la planche II, toujours parallèles, pour ainsi dire, à celles de la température moyenne. Il n'y a d'exception à cet égard, comme je le faisais déjà remarquer l'année dernière, que pour les oscillations dans la direction du nord au sud, et en particulier que pour les variations accidentelles de la température qui ont lieu dans une même saison et en dehors de l'abaissement général pendant l'hiver et du relèvement pendant l'été

[1] *Archives des sciences physiques et naturelles*, 3me période, t. XII, p. 388 (novembre 1884).

Variations d'inclinaison du côté **Est** évaluées en secondes d'arc.

Octobre 1884 à Septembre 1885.

Date.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
1	− 99″,24	−108″,26	−118″,83	−123″,89	−126″,30	−121″,64	−124″,15	−121″,20	−116″,96	−109″,49	−104″,55	−105″,90
2	99,40	108,53	119,64	123,94	125,44	121,58	123,83	121,04	117,07	108,74	104,28	106,06
3	99,51	108,64	120,40	124,10	124,96	121,42	123,62	120,93	117,33	108,80	103,69	105,68
4	99,72	108,75	119,97	124,53	124,96	121,36	123,29	121,15	117,07	108,04	103,48	105,36
5	100,79	109,28	119,64	124,53	124,85	121,15	123,29	121,04	116,37	108,31	103,53	105,90
6	100,79	109,60	119,54	124,80	124,58	120,99	123,67	121,15	115,83	108,58	103,53	106,16
7	101,05	109,92	119,11	124,69	124,42	120,61	123,40	120,72	115,13	108,21	103,16	106,06
8	101,17	109,87	119,27	124,42	124,32	120,45	123,51	120,88	115,19	107,83	103,80	106,16
9	101,49	109,55	119,05	124,85	124,08	120,34	124,05	120,83	114,70	107,29	104,12	106,16
10	101,60	109,71	119,16	124,96	124,10	120,07	123,99	120,61	114,65	107,13	104,18	105,95
11	102,19	109,76	119,97	125,17	124,21	120,71	124,10	120,93	114,86	106,70	103,78	106,16
12	102,30	110,03	119,75	124,96	124,42	121,04	124,26	121,25	115,67	106,38	103,43	106,54
13	102,97	110,08	119,91	125,01	123,89	121,85	124,10	121,47	114,97	105,41	103,43	106,49
14	104,07	110,62	120,77	125,60	124,21	122,17	123,99	120,88	114,17	105,00	104,23	106,06
15	104,23	111,43	121,09	125,93	124,37	122,44	123,46	120,93	113,31	104,52	104,50	105,41
16	104,50	111,91	121,09	126,52	124,10	123,08	122,97	121,04	112,45	105,68	104,77	104,93
17	104,93	112,45	119,80	126,84	123,56	122,81	122,81	121,20	112,07	105,68	104,88	104,82
18	104,66	112,88	120,07	126,57	123,03	122,97	122,27	121,15	111,91	105,79	105,36	104,88
19	104,66	113,09	121,15	126,68	122,81	122,44	121,90	121,47	111,86	105,31	105,63	104,72
20	104,66	113,63	120,07	126,46	122,65	122,49	121,90	121,58	112,18	104,98	105,90	104,39
21	105,04	114,43	120,45	126,16	121,90	122,44	121,68	121,90	112,56	104,55	105,95	104,77
22	105,57	114,54	120,82	126,16	121,85	122,49	121,36	122,11	113,15	104,02	106,38	104,77
23	106,06	114,49	121,47	126,57	121,59	122,54	121,25	121,90	113,58	104,12	106,43	104,72
24	106,43	115,88	121,90	126,62	121,90	122,87	121,68	121,42	113,47	103,91	106,86	104,34
25	106,81	116,64	122,05	126,62	121,90	123,56	121,74	121,04	112,56	104,34	107,08	104,55
26	107,02	117,12	122,49	127,05	121,95	124,91	121,84	120,56	111,91	104,50	107,86	105,31
27	107,29	117,82	122,86	127,32	122,06	124,96	121,58	119,97	111,16	104,39	106,59	105,25
28	107,88	118,35	123,19	127,64	122,17	124,91	121,36	119,21	109,92	104,07	106,11	105,20
29	108,15	118,25	123,67	128,16	......	124,75	121,47	117,76	109,76	103,80	105,68	105,68
30	108,21	118,52	123,67	127,38	......	124,42	121,47	117,50	109,87	104,66	105,14	105,90
31	108,15	......	123,72	127,00	......	124,37	......	117,01	......	104,55	105,95	......

Variations d'inclinaison du côté **Sud** évaluées en secondes d'arc.
Octobre 1884 à Septembre 1885.

Date.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.
1	+ 0,71″	+ 0,12″	− 2,11″	− 2,57″	− 3,44″	+ 0,83″	− 0,08″	+ 2,28″	+ 1,99″	+ 2,99″	+ 3,32″	+ 3,36″
2	0,62	0,29	2,11	2,49	3,15	0,75	0,08	2,20	2,32	2,95	3,40	3,32
3	0,54	0,29	2,32	2,57	2,82	0,71	+ 0,04	2,28	2,57	2,82	3,28	3,32
4	0,66	0,25	2,41	2,70	2,45	0,79	0,33	2,28	2,66	2,61	3,45	3,28
5	0,75	0,21	2,49	2,82	2,20	0,75	0,29	2,41	2,53	2,45	3,45	3,20
6	0,99	0,25	2,53	2,95	2,20	0,95	0,91	2,37	2,20	2,82	3,32	3,20
7	1,08	0,25	2,66	2,91	1,78	1,16	1,16	2,37	2,12	2,95	3,24	3,03
8	1,08	0	2,66	2,74	1,78	1,29	1,00	2,32	2,24	2,78	3,65	3,15
9	1,16	− 0,25	2,83	2,70	1,58	1,29	0,87	2,28	2,20	2,74	3,61	3,15
10	1,58	0,37	2,61	2,95	1,04	1,29	0,79	2,24	2,37	2,66	3,65	3,11
11	2,37	0,71	2,61	2,99	1,00	1,54	1,04	2,16	2,66	2,61	3,61	3,28
12	2,61	0,71	2,41	2,91	1,16	1,62	1,08	2,08	2,99	2,61	3,53	3,49
13	2,61	0,79	2,32	2,86	1,04	1,33	1,37	2,28	2,99	2,61	3,40	3,53
14	2,12	0,42	2,24	2,95	1,04	1,25	1,33	2,53	2,82	2,57	3,61	3,49
15	1,91	0,50	2,24	2,95	0,95	0,91	1,08	2,82	2,61	2,49	3,65	3,40
16	1,33	0,58	2,53	3,11	1,08	0,87	0,75	2,82	2,41	2,61	3,65	3,03
17	1,04	0,66	2,24	3,40	1,29	0,71	0,71	2,45	2,28	2,95	3,57	2,99
18	0,91	0,71	1,83	3,40	0,87	0,50	0,71	2,41	2,45	2,91	3,57	2,82
19	0,79	0,87	1,91	3,40	0,29	0,58	0,71	2,28	2,57	2,70	4,03	2,90
20	0,66	1,04	1,66	3,32	0,08	0,50	0,71	2,16	2,74	2,66	4,11	2,86
21	0,62	1,20	1,37	3,36	0,04	0,50	0,91	2,20	3,13	2,70	4,23	2,95
22	0,62	1,00	1,49	3,24	0	0,54	1,16	2,16	3,53	2,57	4,27	2,82
23	0,62	0,83	1,87	3,24	+ 0,50	0,91	1,25	2,04	3,57	2,61	4,44	2,82
24	0,62	0,83	1,95	3,24	0,87	0,91	1,58	2,20	3,44	2,78	4,27	2,78
25	0,62	1,16	1,99	3,15	0,79	1,08	1,62	2,12	3,32	2,82	4,32	2,86
26	0,62	1,58	1,99	3,20	0,79	0,62	1,91	1,99	2,91	2,95	4,11	2,95
27	0,58	1,74	2,03	3,49	0,66	0,33	1,99	1,95	2,91	2,95	3,98	3,65
28	0,58	1,87	2,03	3,65	0,83	0,25	2,24	1,95	2,61	2,90	3,98	4,86
29	0,41	1,87	2,16	3,86	....	0,25	2,24	1,87	2,70	2,90	3,82	4,40
30	0,33	2,07	2,20	3,57	....	0	2,28	1,74	2,91	3,24	3,32	4,11
31	0,17	....	2,41	3,57	....	− 0,08	....	1,70	....	3,32	3,36	....

pour lesquels le parallélisme subsiste. Ainsi le côté sud s'abaisse en hiver et se relève graduellement en été; mais qu'il survienne, soit en hiver soit en été, au printemps ou en automne une hausse ou une baisse momentanée de la température, pour peu qu'elle soit un peu accentuée, aussitôt on verra le sud s'abaisser ou s'élever; fait que la courbe des oscillations du sol, dessinée sur la planche, met en évidence de la manière la plus frappante. J'attire particulièrement l'attention sur la forme de la courbe, comparée à celle des températures moyennes, aux environs du 12 octobre 1884, de tout le mois de juin et du 28 septembre 1885. Cette opposition du sens de l'oscillation du sol relativement à celui de la température ne s'est jamais présentée pour le côté est; elle constitue une anomalie dans les variations d'inclinaison du sol, dans la direction de la méridienne, qui s'est produite régulièrement depuis le commencement de ces observations de niveaux et que je ne parviens pas à expliquer. On ne comprend pas que la même cause, le froid qui abaisse le sud pendant l'hiver et la chaleur qui le relève pendant l'été, provoque un effet absolument contraire et momentané sous l'influence des variations accidentelles de la température.

On a vu ci-dessus, comme les années précédentes, les inclinaisons exactes en secondes d'arc du côté est et du côté sud pour l'année 1884-1885.

Le plus grand abaissement du côté est, à — 128″,16, a eu lieu le 29 janvier 1885, le minimum de température moyenne l'a précédé de 14 jours; le maximum d'élévation, — 103″, 16, a eu lieu le 7 août, tandis que le maximum de la température moyenne ne s'est présenté que 4 jours plus tard. Mais, comme nous l'avons fait

remarquer précédemment, bien qu'en général il y ait un léger retard des mouvements d'oscillations du sol relativement aux variations de la température, c'est plutôt un ensemble des températures moyennes pendant une certaine période qui détermine l'époque des maxima et des minima. Ainsi l'année dernière le plus grand abaissement du côté est n'a eu lieu qu'à la fin d'avril, tandis que le minimum de la température s'était présenté plus de quatre mois auparavant.

Le maximum d'abaissement du côté est a été de 11″,04 et le maximum d'élévation de 4″,51 plus bas qu'en 1884. En définitive le 30 septembre 1885 le côté est se trouvait à — 105″,90, c'est-à-dire 6″,66 plus bas qu'il n'était le 1er octobre 1884. Il ressort de ces résultats que le côté est a présenté pendant ces sept années d'observations une tendance générale à s'abaisser, car ce n'est que la première année et la quatrième qu'il y a eu un léger relèvement.

Quant au côté sud le maximum de l'abaissement, — 3″,86, s'est présenté le 29 janvier 1885, le même jour que pour le côté est, tandis que le maximum d'élévation, + 4″,44, a eu lieu le 23 août soit 16 jours après le maximum d'élévation du côté est et 12 jours après le maximum de la température moyenne. En réalité le maximum d'élévation du côté sud + 4″,86 a eu lieu le 28 septembre ; mais ce mouvement de hausse prononcé a coïncidé avec un abaissement subit et notable de la température qui, comme nous l'avons vu plus haut, a provoqué cette élévation anormale du sud quand on la compare à la marche générale de l'année. Il me semble, en raison de l'anomalie, qu'il est plus convenable de ne pas le considérer comme le maximum de l'année, car il ne

résulte pas de l'élévation graduelle de la température pendant l'été et arrivée à son maximum, mais, tout au contraire d'un refroidissement subit accidentel de la température alors que le côté sud était déjà depuis plus d'un mois dans la période d'abaissement.

LA

DISTRIBUTION DES EAUX A ZURICH

ET

SES RAPPORTS AVEC L'ÉPIDÉMIE DE TYPHUS DE 1884

PAR

M. Jean DUFOUR

Die Wasserversorgung von Zürich... etc.
Bericht der « Erweiterten Wasserkommission » an den Stadtrath von Zürich.

Le printemps de l'an dernier laissera de mauvais souvenirs à Zurich. Il fut signalé en effet par une grave épidémie de fièvre typhoïde qui vint inquiéter vivement la population et compromettre, vis-à-vis de l'étranger, la réputation sanitaire de la ville. Sans être précisément très mortelle, la maladie sévit cependant avec assez de force, et cela dans tous les quartiers de la ville, chez toutes les classes de la société.

Dès le début de l'épidémie, des voix nombreuses s'étaient fait entendre, qui accusaient la canalisation des eaux du lac d'avoir provoqué et répandu l'infection. Il se trouva même des gens pressés pour réclamer un changement complet dans la distribution des eaux potables de

la ville et une installation absolument nouvelle, peu importe les frais énormes qui en devaient résulter.

Les autorités municipales de Zurich ne restèrent pas inactives. Elles adjoignirent à la *Commission des eaux,* déjà existante, neuf nouveaux membres, professeurs, médecins, ingénieurs, et confièrent à cette réunion d'hommes compétents le soin de rechercher les causes probables de l'épidémie et d'étudier spécialement ses relations éventuelles avec la distribution des eaux, puis de présenter des conclusions sur les changements à effectuer dans ce service important.

En avril 1885, après dix mois d'un travail incessant, la Commission présentait son Rapport, sous la forme d'un beau volume de 171 pages, accompagné de 8 plans et cartes destinés à illustrer la statistique de l'épidémie et à donner, sous une forme graphique, les résultats de diverses analyses chimiques. Ce grand travail présente un intérêt considérable, non seulement pour la population zurichoise, mais encore à un point de vue plus général, en raison des importantes questions hygiéniques qui y sont soulevées. C'est un vrai monument élevé à l'histoire d'une épidémie.

Le Rapport se divise en deux parties principales. La première, plus générale, expose d'abord l'état actuel de la distribution des eaux à Zurich, résume les données recueillies sur la marche et les causes présumées de l'épidémie, puis traite, à divers points de vue, les questions qui se rattachent aux nouveaux projets de canalisation. La seconde partie du travail, pour nous la plus intéressante, contient les Rapports spéciaux des experts, membres de la Commission.

Il ne peut pas entrer dans notre plan de donner une

analyse détaillée de tous ces divers travaux. Nous nous proposons seulement d'indiquer brièvement les résultats des rapports médicaux, chimiques et géologiques de MM. de Wyss, Lunge et Heim, puis de donner un compte rendu plus développé de la partie bactériologique, qui a pour auteur M. le prof. Cramer. Cela en laissant de côté, autant que possible, les détails plus spécialement zurichois, pour ne considérer que les résultats généraux.

Il importe cependant, pour l'intelligence de ce qui va suivre, d'esquisser à grands traits le système de distribution des eaux, tel qu'il existait au début de l'épidémie.

Les eaux qui alimentent Zurich (la ville proprement dite et les communes suburbaines réunies) ont une double origine. *L'eau d'usage* (Brauchwasser) est puisée dans la Limmat, immédiatement à la sortie du lac. D'autre part, les fontaines publiques fournissant *l'eau potable* (Trinkwasser) sont alimentées par les nombreuses sources des environs. Les deux canalisations sont complètement séparées.

L'eau d'usage, destinée d'abord uniquement aux divers emplois économiques et industriels, fut peu à peu utilisée partout comme eau potable. Voici quelles sont les dispositions générales de sa canalisation : La prise d'eau se trouve dans le voisinage de l'hôtel Belle-vue, à 95 mètres en amont du Münsterbrücke. Après avoir traversé un filtre de sable, l'eau du lac se rend, par une conduite plongée dans le lit de la rivière, jusqu'aux pompes, situées au Letten, environ 2200 mètres plus bas. De là, les machines envoient l'eau dans les divers quartiers de la ville et des communes suburbaines. Trois grands réservoirs en régularisent le débit.

Telle était la situation au printemps de 1884 : l'eau d'usage arrivant dans la plupart des maisons où elle était bue sans scrupules.

Un premier point important, constaté dans le rapport médical de M. le Dr Hans de Wyss, c'est que la maladie se montre, dès son apparition, répandue sur tout le territoire de la ville : impossible d'établir avec certitude une localisation quelconque de l'épidémie. Les contrées voisines de Zurich restent en revanche complètement épargnées par le fléau.

En mars, 101 cas (primaires) de typhus furent déclarés, soit, sur une population totale de 82,846 habitants, le 1,2 pour mille. En avril, le nombre des malades s'accrut rapidement, surtout dans la seconde semaine. Enfin, dans la troisième semaine, l'épidémie atteignit son point culminant et diminua dès lors lentement. A la fin de juin elle pouvait être considérée comme terminée.

Voici le nombre des cas primaires :

En avril...	870	soit le	10,5	pour mille	de la population.
En mai....	187	»	2,3	»	»
En juin...	85	»	1,0	»	»

Outre ces cas primaires, apparaissent un certain nombre de cas secondaires : 5 en mars, 51 en avril, 121 en mai et 73 en juin.

La maladie sévit principalement chez les jeunes gens et les enfants, fait qui s'harmonise pleinement avec les observations des épidémies précédentes. En revanche, l'influence du sexe est presque nulle.

La mortalité n'a pas été très considérable, car sur un

total de 1625 typhoïdes, 148 seulement (le 9,11 °/₀) furent enlevés par la maladie.

M. de Wyss démontre ensuite, par une discussion serrée des très nombreuses données statistiques recueillies, que certains facteurs, dont le rôle a paru souvent important dans d'autres épidémies, ne doivent pas, cette fois, entrer en ligne de compte et n'ont exercé aucune influence sur l'origine et la marche de l'épidémie. Ainsi, toutes les classes de la société paraissent également frappées; la partie pauvre de la population n'est point plus fortement atteinte que la classe aisée. D'autre part, la fréquence (relativement au nombre d'habitants) des cas de typhus n'augmente pas dans les quartiers où la population est très dense. Nous voyons même le faubourg d'Enge, moins habité que Riesbach, présenter un nombre relatif de malades bien plus considérable que ce dernier.

Les conditions hygiéniques des habitations, et tout spécialement des lieux d'aisance, furent naturellement l'objet de recherches statistiques minutieuses. Mais, de ce côté encore, on ne découvrit pas de relations positives. Les maisons à lieux d'aisance bien établis ne sont pas moins atteintes que celles qui étaient dans un cas contraire.

On pouvait toutefois se demander si l'épidémie n'avait pas été causée peut-être par l'émission de gaz délétères provenant des égoûts. Rien ne vint appuyer cette supposition. Le réseau des égoûts se compose de trois canalisations complètement séparées (rive droite, rive gauche et Aussersihl) et, dans ces conditions, il est difficile de se figurer comment l'infection aurait pu suivre une marche aussi semblable dans les divers quartiers de la ville. Enfin, il s'est produit un certain nombre de cas de typhus dans

des maisons qui n'étaient pas touchées par la canalisation.

Tous ces divers facteurs éliminés, il reste l'influence des eaux, et M. de Wyss montre que la voie par laquelle le poison du typhus s'est répandu est probablement la *conduite des eaux d'usage* (Brauchwasser). Cette supposition nous explique en effet, de la manière la plus plausible, la marche particulière de l'épidémie, cette explosion soudaine et simultanée de nombreux cas dans les diverses parties de la ville. Une cause générale, mais passagère, paraît donc avoir exercé son influence.

Si l'on étudie la distribution des habitations où le typhus a éclaté, on trouve que le nombre des malades est bien plus considérable, proportionnellement aux habitants, dans le réseau de la canalisation des eaux d'usage. On voit en revanche, au milieu du quartier ouvrier d'Aussersihl, tout spécialement frappé par l'épidémie, un groupe de maisons (Bollerhäuser) resté absolument indemne. Seuls de tous les environs, ces bâtiments ne sont pas alimentés par l'eau suspecte.

Qu'on me permette de citer encore un cas frappant invoqué par M. de Wyss à l'appui de son opinion. Au Séminaire évangélique d'Unterstrass on se servait en général d'eau potable puisée dans une fontaine du voisinage (Trinkwasser). Le 1er et le 2 avril, jours d'examen. l'ordre de la maison subit quelques irrégularités, et, malgré la défense, des élèves allèrent chercher l'eau à la cuisine (Brauchwasser). Après l'examen, la plupart des pensionnaires quittèrent l'établissement. Eh bien, dans les jours qui suivirent, 18 d'entre eux (le 34,6 °/₀) étaient atteints du typhus, et cela dans les localités les plus diverses, à Brugg, Saint-Gall, Trogen, etc.

Le rapport de M. de Wyss conclut donc à la grande probabilité d'une infection passagère de l'eau d'usage par des germes pernicieux. Mais quant à préciser la place où le poison typhoïde a pénétré dans la conduite, cela est plus difficile. Les recherches nombreuses provoquées dans ce but n'ont pas donné de résultats bien positifs. Il a été prouvé toutefois qu'au moment où l'épidémie a éclaté, le filtre était partiellement hors d'usage et que l'eau de la Limmat *entrait sans aucun doute directement* en plusieurs points de la conduite principale.

Il est généralement admis aujourd'hui que la fièvre typhoïde est une maladie parasitaire, causée par le développement dans le corps humain de bactéries spécifiques. On trouve en effet dans certains organes du corps des typhoïdes, comme aussi dans leurs déjections, des bacilles de forme et de dimensions constantes, qui se laissent parfaitement cultiver sur la gélatine, sur des tranches de pommes de terre ou sur d'autres milieux nutritifs.

Les expériences tentées pour provoquer la maladie chez des animaux en leur injectant le virus artificiellement, ont il est vrai échoué jusqu'ici. On n'est pas parvenu à leur inoculer un typhus bien caractérisé, quoiqu'on ait expérimenté avec une foule d'animaux différents, singes, lapins, rats, porcs, etc. (Exp. de Gaffky à Berlin.) Ce résultat négatif ne doit cependant pas faire rejeter a priori l'origine microbienne du typhus. Il se peut que les animaux soient, pour la plupart du moins, réfractaires à l'influence du bacille. Une épidémie locale de typhus épargne les animaux domestiques qui s'inquiètent cependant fort peu de la qualité de l'eau qu'on leur offre.

A Zurich, le problème se posait donc de la manière suivante : L'eau d'usage étant signalée par la statistique médicale comme le véhicule probable du virus, ne serait-il pas possible de découvrir dans la conduite le microbe du typhus? Question complexe et très difficile à résoudre, comme va nous le prouver, de la façon la plus concluante, le remarquable rapport bactériologique de M. le prof. Cramer.

La principale difficulté consiste dans le fait que le bacille du typhus n'est point encore suffisamment caractérisé pour être reconnu sûrement, en dehors du corps humain, par un simple examen microscopique. Il ne présente pas, comme le microbe de la tuberculose, par exemple, une de ces réactions marquantes et simples à exécuter vis-à-vis des réactifs colorants, qui permettent de le signaler dans un mélange d'autres bactéries. Il faut, pour le reconnaître, se livrer à une série de cultures graduées et arriver, si possible, à l'obtenir à l'état pur. Mais ce n'est pas là l'affaire de quelques jours seulement.

Pour avoir un terme de comparaison, M. Cramer rechercha le microbe qui existe dans les organes des typhoïdes, entreprise qui lui réussit parfaitement. Il arriva en peu de temps à cultiver dans la gélatine nutritive de Buchner le *Bacillus typhosus* authentique, pur de tout mélange.

Voici les caractères principaux de cet organisme malfaisant. Il se présente sous la forme de petits bâtonnets isolés ou réunis deux à deux, formant plus rarement des chaînes ou filaments assez étendus. Il constitue dans la gélatine de petites colonies rondes, blanches, qui s'agrandissent lentement. Mais tandis que la grande majorité des bactéries liquéfient la gélatine au bout de peu de temps et

s'enfoncent dans le substratum, le *Bacillus typhosus* possède la propriété de s'y développer sans modifier la structure physique de la gélatine. C'est un criterium précieux pour le distinguer d'autres bactéries non pathogènes.

L'eau d'usage, prise en divers points de la conduite, le limon du filtre et des réservoirs furent soumis, par M. Cramer, à une étude microscopique et bactériologique attentive; mais le résultat de ses consciencieuses recherches fut absolument négatif. Nulle part en effet ne se trouvèrent des germes absolument identiques à ceux tirés des cadavres de typhoïdes. Ce résultat ne doit point nous surprendre. Personne jusqu'ici n'a pu découvrir avec certitude le bacille du typhus dans les eaux ou dans le sol, bref en dehors du corps humain.

Peu après le début de l'épidémie, M. le prof. Klebs, qui avait entrepris de son côté des recherches analogues, annonçait il est vrai avoir réussi pleinement, et dans une séance de la Société des sciences naturelles de Zurich, il montrait des soi-disant « bacilles du typhus » trouvés par lui dans l'eau d'usage. Mais son triomphe fut de courte durée. M. Cramer démontra dans son rapport, et d'une manière plus détaillée encore dans une publication postérieure, que les bacilles du prof. Klebs différaient du vrai *Bacillus typhosus* dans des traits essentiels et son opinion fut pleinement confirmée par la haute autorité du Dr Koch de Berlin [1].

[1] Nous ne pouvons pas entrer ici dans le détail des polémiques ardentes soulevées par les publications du prof. Klebs. Qu'il nous suffise de dire qu'elles se terminèrent, il y a quelques mois seulement, par une *Réponse* de la Commission des eaux, où les agissements du prof. Klebs furent soumis à une critique vive et méritée. Voir à ce sujet les publications suivantes : *Die Trinkwasserversor-*

Il faut donc renoncer à établir, à l'aide du microscope, la preuve des relations de l'épidémie avec l'eau d'usage. Le virus typhoïde a très probablement existé à un moment donné dans la conduite, mais la science bactériologique n'est point encore capable d'en donner la démonstration *ad oculos*. C'est là en résumé l'opinion de M. Cramer.

L'auteur montre ensuite qu'il serait absurde de vouloir condamner définitivement l'eau d'usage, parce qu'elle a contenu une fois les germes du typhus. Le développement de ces germes n'est certainement qu'une calamité passagère. La conduite, traversée journellement par d'énormes masses d'eau, ne doit point être considérée comme un réservoir où se multiplient constamment des bacilles pernicieux. Preuve en est la rapide décroissance et l'extinction complète de l'épidémie.

En réalité, l'eau d'usage (c'est-à-dire l'eau du lac) est très pure, au point de vue chimique comme aussi pour l'observateur armé du microscope. Et cependant, de différents côtés, on ne cesse de lui attribuer les qualités les plus déplorables ; on la représente comme recélant d'innombrables animaux microscopiques, échappés de la faune profonde du lac ; on va même jusqu'à la qualifier d'eau *stagnante,* corrompue par des milliers de bactéries.

Ces exagérations ridicules sont réfutées par M. Cramer. L'eau la plus pure à l'œil et au palais peut, dans certaines

gung der Stadt Zürich und ihrer Ausgemeinden. Vortrag von Prof. Dr Klebs in einer Versammlung von Gemeinderäthen der Ausgemeinden Zürichs. *Die Wasserversorgung von Zürich und Ausgemeinden.* Entgegnung der erweiterten Wasser-Commission auf die Angriffe von Herrn Prof. Klebs. Enfin dans le grand Rapport (p. 73), la correspondance échangée avec M. Koch.

circonstances, communiquer le typhus; elle peut en contenir les germes microscopiques sans que rien ne vienne d'abord trahir leur présence. En revanche, nous avons des exemples où une eau absolument trouble, mélangée même de purin, a pu être bue, des années durant, sans aucun inconvénient, parce qu'elle ne renfermait pas de bactéries pernicieuses.

Il est, d'une manière générale, absolument faux de considérer chaque microbe comme un ennemi personnel du genre humain, de vouloir exiger d'une eau potable qu'elle ne contienne pas de bactéries. « L'homme le plus « sain porte en lui des milliards de ces organismes, dans « la bouche, l'estomac, les intestins. » Il n'est même point impossible que certaines de ces bactéries ne soient pour nous des auxiliaires très utiles, dans les phénomènes digestifs, en contribuant à dissoudre les substances protéiques et les hydrates de carbone. Et dans la nature, sur le sol, dans les eaux, le rôle des bactéries est excessivement utile et important. Ce sont elles qui président à la décomposition, à la disparition des innombrables restes de la vie animale et végétale; ce sont elles qui transforment continuellement la matière organique morte en substance organisée, vivante.

« Il n'y a pas de meilleur procédé de purification des « eaux que son séjour dans un grand lac, » a dit Piefke, le directeur de la distribution des eaux à Berlin. « Et en « effet, ajoute M. Cramer, une foule de facteurs actifs « sont réunis pour amener ce résultat. D'abord la sédi- « mentation, favorisée par l'écoulement très lent des « eaux et par divers phénomènes de la vie animale et vé- « gétale. En second lieu, l'oxydation énergique qui se « produit à la grande surface de contact de l'eau avec

« l'air, oxydation favorisée par les mouvements dus aux « vagues, aux bateaux, déterminée également par le dé- « gagement abondant d'oxygène dû à la végétation la- « custre. Puis l'action d'une faune si richement repré- « sentée par tant d'animaux divers qui, séjournant « surtout aux embouchures des ruisseaux impurs, dé- « vorent et transforment en substance vivante une foule « de débris. » Enfin l'action purifiante, déjà citée, des bactéries innombrables qui vivent principalement au fond du lac.

Pourquoi vouloir à toute force renoncer à l'usage de cette eau si pure! Une fois filtrée par les moyens perfectionnés de la technique moderne, l'eau du lac de Zurich comptera parmi les eaux potables les plus saines.

Tel est, en résumé, le contenu du premier rapport bactériologique de M. Cramer. Un second travail du même auteur s'occupe plus spécialement de la richesse de différentes eaux en bactéries, puis d'expériences sur l'efficacité de quelques filtres. Les relations de l'épidémie de typhus avec la distribution des eaux passent ici au second plan. Il s'agit maintenant d'étudier quelles améliorations Zurich peut introduire dans son système actuel et faire l'analyse de diverses eaux au point de vue bactériologique.

La méthode générale, employée par M. Cramer dans ses recherches, est essentiellement celle inaugurée par le Dr Koch. Elle consiste à mélanger à de la gélatine nutritive un volume déterminé de l'eau à étudier. Les bactéries qui s'y trouvent se développent rapidement et bientôt apparaissent dans la masse de la gélatine une foule de petits points blancs : ce sont autant de colonies. Il suffit

de les compter pour avoir une notion du nombre de bactéries primitivement contenues dans l'eau.

M. Cramer a apporté à cette méthode une série d'heureux perfectionnements. Ainsi, tandis que M. Koch étalait sa gélatine sur des plaques de verre, M. Cramer se sert des ballons coniques dits d'Erlenmayer [1]. Il y verse la matière nutritive qui recouvre le fond plat du ballon, puis avant que la gélatine soit redevenue complètement solide, il ajoute, au moyen d'une pipette graduée, un certain volume d'eau, le plus souvent 0,5 ou 0,4 cm^3, quelquefois 0,2, 0,1 ou même 0,05 cm^3. Les liquides sont mélangés intimement, la gélatine se prend bientôt, puis les flacons sont disposés dans un cabinet isolé à température peu variable. Au bout de deux à trois jours, les colonies apparaissent et peuvent être comptées, soit à la loupe, lorsqu'il y en a peu, soit au moyen d'un microscope horizontal porteur d'un réseau micrométrique gravé sur verre, pour les eaux moins pures.

Il va sans dire que toutes ces opérations se font avec le plus grand soin pour éviter que des germes étrangers ne pénètrent dans la gélatine. Les Erlenmayer, fermés par des tampons de coton, les flacons où l'on recueille l'eau à la source, les pipettes, la gélatine, tout cela est stérilisé à l'avance par la chaleur [2].

[1] Le grand avantage de ces flacons à fond plat est d'empêcher le desséchement trop rapide de la gélatine, puis d'enfermer en contact avec cette dernière un volume d'air bien moins considérable que dans les expériences exécutées à l'aide des plaques. Toute la manipulation est du reste plus pratique.

[2] Voici quel est le mode de préparation de la gélatine nutritive employée par M. Cramer (gélatine de Buchner). On prend :

M. Cramer répond en passant aux critiques formulées par MM. Fol et Dunant[1] contre les semis sur la gélatine, pour la détermination du nombre des germes contenus dans un volume d'eau donné. Il montre que la méthode, fort ingénieuse du reste de ces deux savants, prend plus de temps et que les erreurs éventuelles, provenant de l'introduction de germes étrangers se traduisent, en se multipliant, par des écarts considérables dans le résultat final.

Gélatine ordinaire......	gr.	25	dans 200 cc. d'eau distillée.
Sucre	»	10	dans 250 cc. d'eau.
Extrait de Liebig	»	2,5	
Peptone..............	»	2,5	
Na^2HPO^4.............	»	5	dans 50 cc. d'eau.

La gélatine, découpée en petits fragments, est d'abord laissée en contact avec l'eau, à la température ordinaire, pendant une heure au moins; puis on chauffe au bain-marie jusqu'à dissolution complète. Alors on ajoute les autres substances que l'on a mis dissoudre à part, et l'on continue à chauffer le mélange au bain-marie, de 20 à 30 minutes, jusqu'à l'apparition d'un précipité volumineux. On s'assure que le liquide a une réaction neutre ou faiblement alcaline, puis on filtre, après avoir remplacé la quantité d'eau évaporée pendant l'opération. Il est nécessaire de filtrer à chaud, au moyen d'entonnoirs de métal à doubles parois, contenant de l'eau à la température convenable.

La gélatine nutritive, recueillie dans un ballon stérilisé, est soumise une seconde fois à une ébullition de quelques minutes. Si un précipité apparaît encore, il faut répéter le filtrage. En revanche, il faut se garder de prendre pour un précipité le trouble léger qui se produit en général lorsqu'on échauffe la gélatine. Ce trouble disparaît au refroidissement.

La gélatine est ensuite distribuée dans des tubes stérilisés, fermés par des tampons de coton, et soumise cinq jours de suite, pendant une demi-heure environ, à l'action d'une température de 60° à 80° pour détruire les germes contenus en elle. Alors seulement elle est complètement stérilisée et peut être employée pour les cultures.

On stérilise les Erlenmayer, les ballons, éprouvettes, etc. en les chauffant pendant une heure à une température de 150° à 160°.

[1] Voyez *Archives*, Février 1885, p. 113.

L'emploi des bouillons stérilisés de MM. Fol et Dunant mène certainement aussi au but que l'on se propose ; mais lorsqu'il s'agit de comparer entre elles, et cela dans un espace de temps limité, un grand nombre d'eaux différentes, la méthode de semis sur gélatine paraît certainement plus pratique et plus rapide.

Voyons maintenant les résultats obtenus par M. Cramer.

L'eau du lac de Zurich et celle de la Limmat dans son cours supérieur est remarquablement pure. La moyenne de 50 déterminations faites à des époques différentes, d'octobre 1884 à janvier 1885, avec des échantillons pris en divers points du lac et de la rivière, est de 168 bactéries par centimètre cube [1]. Par un temps calme, la moyenne tombe à 69 bactéries par cm^3 (24 expér.) ; lorsque le lac est agité, le nombre des germes en suspension augmente un peu ; 259 par cm^3 (26 expér.). Les données acquises jusqu'ici pour le lac de Zurich ne permettent pas encore de reconnaître une loi précise dans la distribution des bactéries suivant la profondeur.

Pour les sources, étudiées à ce point de vue, le nombre des bactéries varie dans des limites considérables. Tandis que dans quelques-unes on trouve, par cm^3 17, 31, 49 bactéries seulement, il en est d'autres qui en contiennent 2000 et plus [2].

Une question très importante au point de vue des méthodes générales d'analyse des eaux est traitée ici d'une manière très complète par M. Cramer. Il montre combien il est nécessaire, pour avoir des résultats comparables, de

[1] Comp. les résultats plus favorables encore obtenus par MM. Fol et Dunant pour le lac Léman.

[2] L'eau de certaines fontaines de Berlin ne contient pas moins de 4000 à 12000 bacilles par centim. cube.

faire la détermination du nombre des bactéries très peu de temps après que l'eau a été recueillie. En effet, si on laisse séjourner, pendant un jour ou deux, le liquide dans un flacon, avant de faire le semis sur gélatine, les bactéries se multiplient dans des proportions énormes, et l'on obtient des résultats peu en accord avec la qualité réelle de l'eau prise à la source.

Ainsi, un échantillon d'eau d'usage recueilli le 1er novembre 1884 contenait 143 bactéries par cm^3; après être resté vingt-quatre heures en repos, le liquide n'en présentait pas moins de 12,500. Dans une autre expérience, le nombre des bactéries saute de 57 à 41,900.

En conservant un flacon d'eau d'usage pendant plusieurs jours et en en déterminant à intervalles réguliers la qualité au point de vue bactériologique, M. Cramer trouve que le nombre des bactéries croît d'abord très rapidement et atteint bientôt son maximum, pour diminuer ensuite lentement.

Quelle est la cause de cette multiplication si extraordinairement rapide des bactéries dans l'eau conservée?

Au début, M. Cramer se refusait à croire que ce développement avait lieu uniquement aux dépens des substances organiques très peu abondantes $\left(\frac{2 \text{ à } 3}{100000}\right)$ contenues dans l'eau d'usage. On pourrait se figurer, en effet, l'intervention d'autres facteurs encore. Ainsi les bactéries primitivement contenues dans l'eau peuvent, en se fragmentant, augmenter leur nombre sans que leur masse se soit positivement accrue. On peut supposer aussi que ces organismes sont, à l'origine, réunis en groupes plus ou moins nombreux autour des fragments organiques microscopiques, en suspension dans l'eau. Chacun de ces groupes produit, dans le premier semis sur gélatine, une seule

colonie. Mais, dans l'espace de 24 heures, les bactéries se séparant les unes des autres et venant à se mouvoir isolément dans l'eau donneraient dans les cultures un nombre beaucoup plus considérable de petites colonies.

Des expériences directes, dont il serait trop long de donner ici le détail, ont prouvé à M. Cramer que l'on n'est point forcé de recourir à ces diverses suppositions. En effet, si l'on fabrique artificiellement de l'eau absolument pure, puis qu'on y ajoute un certain minimum de substances nutritives, de façon à obtenir des solutions excessivement diluées, par exemple au $^1/_{100000}$ et au $^1/_{1000000}$, on trouve qu'une multiplication encore considérable des bactéries peut s'opérer dans ces liquides, les autres facteurs signalés plus haut étant exclus de l'expérience. Il était naturellement tenu compte, dans ces essais, du fait que les bactéries obéissent, dans une eau tranquille, à l'influence de la pesanteur et descendent en partie au fond du flacon.

Nous arrivons aux expériences sur l'efficacité des filtres. MM. Cramer et Lunge ont essayé les cinq systèmes suivants : 1° Filtre bourgeois de Buron (charbon); 2° Filtre de cellulose, système Piefke; 3° Réservoir filtre à air comprimé, système Chanoît; 4° Filtre de « charbon plastique » de Lorenz; 5° Filtre de sable de 1,8 mètre de hauteur, construit ad hoc. Aucun de ces appareils ne put fournir de l'eau absolument pure. Cependant une bonne partie des bactéries est retenue par le filtrage. Des expériences plus précises, exécutées avec un filtre à sable préalablement stérilisé, montrèrent que dans ce cas les $^{11}/_{12}$ des bactéries étaient arrêtées.

On dira sans doute, à la vue de ces résultats : à quoi

sert donc une filtration aussi incomplète, puisque nous pouvons supposer qu'une seule bactérie pernicieuse traversant l'appareil suffit pour communiquer une maladie. Il ne faut pas oublier, cependant, que les bactéries ont aussi contre elles de nombreuses chances défavorables dans leur lutte pour l'existence. L'organisme humain ne succombe probablement pas sans combat à leur action délétère, et il ne peut donc être indifférent pour lui de voir se *diminuer*, par une filtration bien entendue, le nombre de ses ennemis éventuels.

En somme, M. Cramer recommande, pour Zurich, l'installation d'un grand filtre à sable central, facile à nettoyer et à surveiller. Il adopte ce système de préférence à celui qui préconise la création de filtres particuliers pour chaque ménage.

Le dernier chapitre du Rapport de M. Cramer, intitulé : *Conclusions relatives à un examen régulier des eaux au point de vue bactériologique*, offre un grand intérêt général et nous croyons devoir en donner ici la traduction presque littérale.

« Il a été question à plusieurs reprises, dans le sein « de la Commission des eaux, de soumettre à l'avenir « l'eau potable de Zurich à un examen régulier, non « seulement chimique, mais aussi bactériologique. Après « les événements de l'an dernier, personne ne s'étonnera « de cette proposition. Il est cependant permis de se « demander quels enseignements on peut attendre de « pareilles recherches. Serait-ce peut-être la détermina- « tion de tous les germes pernicieux contenus dans l'eau, « l'acquisition d'un moyen infaillible qui permette de « reconnaître et de signaler le danger, d'éviter ainsi le « retour de calamités comme la dernière épidémie de

« typhus? Il serait fort beau sans doute d'en arriver là,
« mais c'est demander l'impossible.

« Le médecin trouve bien dans quelques maladies, en
« examinant certains organes déterminés, des microbes
« caractéristiques, qu'il considère avec plus ou moins de
« raison comme la cause de la maladie, même si la
« preuve expérimentale lui fait défaut. Quelques-uns de
« ces organismes sont plus ou moins caractérisés par
« leurs propriétés morphologiques et biologiques, mais
« jamais, ou du moins très rarement, d'une façon telle que
« l'on puisse reconnaître avec sûreté ces microbes en
« dehors du corps humain. Cependant, même dans le
« cas où il en serait autrement; même si nous pouvions
« reconnaître sans difficulté aucune les microbes patho-
« gènes, le but pratique vers lequel nous aspirons serait
« encore bien éloigné. Aussi longtemps, en effet, qu'une
« bactérie pernicieuse se présentera isolément dans la
« nature, elle échappera à notre observation; est-elle
« devenue plus fréquente, l'infection sera déjà survenue.

« Le seul avantage réel que présenterait cette puis-
« sance de diagnostic, c'est qu'il serait possible de déter-
« miner plus facilement la voie suivie par le virus qui a
« provoqué l'épidémie, sans avoir besoin de mettre en
« action l'appareil compliqué de la statistique. Il est donc
« absolument nécessaire d'étudier à l'avenir l'aspect et le
« rôle des bactéries pathogènes dans la nature, en dehors
« de l'organisme humain.

« On n'arrivera du reste à créer une étiologie com-
« plète des maladies épidémiques que lorsqu'on con-
« naîtra le cycle complet des bactéries qui ne se trans-
« mettent pas directement, d'individu à individu, mais
« doivent parcourir une phase intermédiaire dans un

« milieu extérieur. Mais il est peu probable que des re-
« cherches bactériologiques sur les eaux fassent réaliser
« de grands progrès dans cette direction. Il faut se baser
« au contraire sur l'étude des bactéries elles-mêmes ; il
« faut poursuivre jusqu'au bout l'examen microscopique
« de ces organismes et l'appuyer de recherches expéri-
« mentales.

« Les analyses bactériologiques projetées se réduisent
« donc nécessairement pour nous à une détermination
« quantitative des germes contenus à un moment donné
« dans les eaux potables.

« Après les expériences de ces derniers temps, j'avoue
« franchement que l'opinion que je m'étais faite autrefois
« de la valeur de recherches semblables ne s'est absolu-
« ment pas accentuée dans un sens favorable à ces re-
« cherches. Le contenu des eaux en bactéries me paraît
« être, à cause de sa grande variabilité, même dans une
« eau relativement pure, un facteur que l'on ne doit
« employer qu'avec la plus grande prudence dans la qua-
« lification d'une eau quelconque. Et cela, en dehors des
« difficultés, peut-être surmontables, qui s'opposent mo-
« mentanément à une détermination exacte du nombre
« de bactéries, et du fait que nous n'obtenons ainsi
« aucune donnée sur l'importance de ces organismes au
« point de vue de leur action sur le corps humain. Nous
« voyons par exemple notre eau d'usage qui, dans les
« conditions normales, est bien certainement beaucoup
« meilleure que l'eau de la Limmat prise au-dessous de
« l'embouchure du cloaque de Zurich, nous voyons, dis-
« je, l'eau d'usage contenir, si on l'examine après quel-
« ques jours de repos, 20 à 30 fois plus de bactéries par
« centimètre cube que cette même eau impure de la
« Limmat (inférieure) examinée tout de suite.

« Cependant, en considérant que nous ne possédons « malheureusement aujourd'hui aucun criterium absolu « qui nous permette de juger de la valeur d'une eau au « point de vue sanitaire, je n'ose pas repousser complè- « tement un moyen de recherche qui, employé à propos, « peut pourtant augmenter dans une certaine mesure la « précision de nos connaissances.

«..... La richesse d'une eau en bactéries ne sera certes « pas pour elle une recommandation, car nous savons « que le développement de ces organismes est favorisé « par la présence des excréments et des substances en « putréfaction de toute nature; nous savons d'autre « part que certaines déjections contiennent des germes « pathogènes. Le géologue et le chimiste, appelés à exa- « miner une source, donneront de même un préavis dé- « favorable s'ils trouvent le territoire collecteur malpro- « pre, la filtration naturelle incomplète, des variations con- « sidérables du volume d'eau livré, ou bien encore une « quantité anormale de nitrates et de chlorures. Lorsque « les résultats de méthodes aussi différentes concordent « pleinement (comme c'est presque toujours le cas dans « les recherches présentes, exécutées indépendamment « par MM. Heim et Bertschinger et par moi, non seu- « lement la valeur des conclusions communes devient « plus grande, mais chacune des méthodes employées « acquiert par là une importance que l'on n'était peut- « être pas disposé à lui accorder de prime abord.

« Les déterminations quantitatives de bactéries seront « du reste particulièrement utiles à appliquer, lorsqu'il « s'agira de contrôler l'efficacité d'un filtre central ou « l'état d'une conduite. Il est donc nécessaire d'acquérir « une certaine expérience dans ce genre de recherches... »

Dans le Rapport qui suit, M. le prof. Dr Lunge examine les eaux de Zurich au point de vue chimique. Il débute par un exposé fort intéressant des méthodes employées, puis donne dans plusieurs tabelles les résultats des très nombreuses analyses exécutées par le chimiste de la ville, M. Bertschinger. Ces études portent non seulement sur les eaux qui alimentent actuellement Zurich, mais encore sur les sources qui pourraient éventuellement entrer en ligne de compte dans un nouveau projet de distribution des eaux.

Ces sources sont ensuite décrites et examinées en détail, au point de vue géologique, par les experts, MM. le Dr Heim, prof. au Polytechnicum et Heinrich Albrecht « Quellentechniker » de Bülach. Le volume d'eau livré et ses variations annuelles, la température de la source, l'étendue et la nature du territoire collecteur, la possibilité d'une infection quelconque provenant de ce territoire, le pouvoir de filtration des couches traversées par l'eau, tels sont les principaux points étudiés d'une manière très approfondie par les auteurs dans leur consciencieux rapport.

En somme les experts, MM. Cramer, Heim et Lunge sont d'accord pour recommander, chacun à son point de vue, de continuer l'emploi de l'eau du lac comme eau d'usage, mais en améliorant les conditions actuelles de distribution.

La Commission, dans son ensemble, estime qu'il est impossible de procurer à la ville de Zurich une eau suffisament abondante et qui provienne exclusivement des sources étudiées. Elle propose de garder le système mixte actuel, c'est-à-dire une eau d'usage pour les besoins ordi-

naires, puis, indépendamment, un certain nombre de fontaines alimentées par diverses sources. La ville devra augmenter autant que possible le nombre de ces fontaines en faisant l'acquisition de nouvelles sources.

La distribution de l'eau d'usage subira les améliorations suivantes : La prise d'eau sera transportée en plein lac, à 200 mètres en amont du premier pont et placée à 4 mètres au-dessous du niveau de l'eau. De là, l'eau sera conduite par une nouvelle canalisation de fer, de 900 mm. de diamètre, jusqu'au filtre situé sur terre ferme, dans le quartier de l'Industrie, et enfin aux pompes. Le filtre, à sable, sera construit de manière à pouvoir être facilement visité et réparé.

Ajoutons que les eaux seront soumises à un contrôle chimique et microscopique, et que les réservoirs et la canalisation seront nettoyés à intervalles réguliers.

Souhaitons que ces diverses mesures — qui sont actuellement en voie d'exécution — préservent à l'avenir la ville de Zurich du retour d'épidémies semblables à celle de 1884.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

R. Nietzki et Th. Benckiser. Dérivés de l'hexaoxybenzol et de leurs rapports avec les acides krokonique et rhodizonique. (*Berichte*, XVIII, p. 499. Bâle.)

Le point de départ de ce travail est l'acide nitranilique qu'on obtient en traitant la diacetylhydroquinone par l'acide nitrique et l'acide sulfurique; cet acide, réduit par le chlorure d'étain, donne le nitroamidotetraoxybenzol et celui-ci, traité par le nitrite de soude ou par l'acide nitrique, donne la diazonitrodioxyquinone formant des sels éminemment explosibles.

Si on chauffe le nitroamidotetraoxybenzol avec du chlorure d'étain en présence d'acide chlorhydrique et d'un excès d'étain, on obtient le chlorhydrate du diamidotetraoxybenzol, dont on ne peut séparer la base, car elle s'oxyde immédiatement en diimidodioxyquinone $C_6(NH)_2(OH)_2O_2$, mais si on le chauffe avec de l'acétate de soude et de l'anhydride acétique on obtient le dérivé hexaacétylé $C_6(NHC_2H_3O)_2(OC_2H_3O)_4$, si on le traite par l'acide nitrique dilué et refroidi il se dégage de l'oxyde d'azote et l'on obtient de petites aiguilles qui, réduites par le chlorure d'étain, fournissent l'hexaoxybenzol $C_6(OH)_6$ sous forme d'aiguilles solubles dans l'eau. L'acide nitrique attaque ce corps et on obtient une substance de la formule $C_6H_{16}O_{14}$, distillé sur du zinc en poudre il se forme du benzol et du diphényl; traité par l'anhydride acétique et l'acétate de soude on obtient le dérivé hexaacétylé $C_6(OC_2H_3O)_6$.

L'hexaoxybenzol s'oxyde facilement à l'air en présence de

carbonates alcalins et donne la tetraoxyquinone $C_6(OH)_4O_2$ et celle-ci par l'acide nitrique le corps $C_6H_{16}O_{14}$. Ce dernier chauffé à 100° dégage de l'acide carbonique et se transforme en acide krokonique $C_5H_2O_5$ qu'en obtient aussi en le faisant bouillir avec de l'eau, ou en traitant de la même manière l'hexaoxybenzol en ajoutant de la potasse; enfin on obtient encore l'acide krokonique en chauffant avec de la potasse le chlorhydrate de diamidotetraoxybenzol puis en faisant bouillir le produit avec de l'eau et ajoutant ensuite un peu de potasse.

Le corps le plus intéressant est sans contredit l'acide oxycarboxylique $C_6H_{16}O_{14}$ déjà obtenu par Luch et qu'on pourrait formuler $C_6O_6 + {}_8H_2O$. Pour vérifier cette hypothèse les auteurs réduisirent cette substance par l'acide sulfureux puis en saturant par la soude ils obtinrent un corps de la formule $C_6Na_2O_6$ sel de soude du corps $C_6(HO)_2O_6$ qu'on propose de nommer dioxydichinoyl.

LUNGE. ANALYSE DU PERMANGANATE DE POTASSE ET DU PEROXYDE DE MANGANÈSE PAR LE PEROXYDE D'HYDROGÈNE. (*Berichte*, XVIII, p. 1872. Zurich.)

C'est une réponse de Lunge à Martinon prouvant que le permanganate de potasse peut très bien être dosé par le peroxyde d'hydrogène en prenant certaines précautions; il se dégage une quantité d'oxygène qu'on mesure et dont la moitié provient du permanganate à doser; on peut de cette manière analyser aussi le peroxyde de manganèse en ayant soin de le bien pulvériser et de le traiter par l'acide sulfurique dilué avant d'ajouter le peroxyde d'hydrogène, de façon à éliminer les carbonates qui pourraient s'y trouver.

R. NIETZKI et TH. BENCKISER. SYNTHÈSE DE DÉRIVÉS DU BENZOL AU MOYEN DE L'OXYDE DE CARBONE ET DU POTASSIUM. (*Berichte*, XVIII, p. 1833. Bâle.)

Les auteurs ont répété les expériences de Liebig, Brodie

et Lerch sur l'action de l'oxyde de carbone sur le potassium et ont obtenu comme eux de l'hexaoxybenzolpotassium $C_6O_6K_6$ qui traité par l'acide chlorhydrique donne l'acide trihydrocarboxylique de Lerch qui n'est autre chose que l'hexaoxybenzol; ce dernier s'oxyde facilement et donne la tetraoxyquinone ou acide dihydrocarboxylique de Lerch $C_6O_6H_4$ qui est un acide bibasique et celui-ci par oxydation se transforme en dioxydichinoyl identique avec l'acide rhodizonique et l'acide carboxylique de Lerch $C_6O_6H_2$ mais qu'on ne connaît avec certitude que dans ses sels.

E. Gasiorowski et A.-F. Wayss. Carbures d'hydrogène bromés et chlorés provenant des amines aromatiques. (*Berichte*, XVIII, p. 1936. Zurich.)

Si on transforme les chlorhydrates d'amines aromatiques en chlorures des diazocarbures respectifs, par l'action de l'acide nitreux, et qu'on les chauffe avec de l'acide chlorhydrique concentré, il se forme d'une manière générale les chlorures des carbures, de même avec l'acide bromhydrique il se formera des bromures, le rendement est assez bon, ainsi il a été obtenu pour 100 parties d'aniline 53 parties de chlorure et 60 parties de bromure de benzol.

V. Meyer. Discussion sur la constitution des combinaisons du thiophène. (*Berichte*, XVIII, p. 526. Zurich.)

Pour prouver la constitution du thiophène telle qu'elle a été admise par V. Meyer

```
   CH — CH
  //      \\
CH          CH
  \        /
      S
```

il faut étudier le nombre des isomères de substitution, les produits d'addition et la position du S dans la molécule.

Quant au soufre, puisque le thiophène n'est pas une thiokétone C = S ni une thioaldéhyde ou mercaptane C — S H, il faut bien qu'il soit lié à 2 atomes de carbone

$$= C - S - C =$$

Le thiophène n'a pas la constitution

$$\begin{array}{ccc} & CH_3 & \\ & | & \\ & C & \\ /\!/ & & \diagdown \\ C & - & CH \\ \diagdown & & / \\ & S & \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{ccc} & CH_2 & \\ & \| & \\ & C & \\ / & & \diagdown \\ CH & - & CH \\ \diagdown & & / \\ & S & \end{array}$$

car par oxydation on obtient de l'acide sulfurique et des acides gras, et les dérivés méthylés ou éthylés du thiophène oxydés, dans l'hypothèse de cette constitution, devraient donner des acides bibasiques, ce qui n'a pas été observé. Pour étudier les produits d'addition, il faudra essayer de préparer l'acide tetracarbonique analogue de l'acide mellitique et par l'action de l'amalgame de sodium lui additionner de l'hydrogène; s'il s'en ajoute 4 atomes, cela indiquerait bien 2 doubles liaisons du carbone dans le thiophène. Quant aux produits de substitution, on n'a encore obtenu que 2 isomères monosubstitués et pas 3, ce qui tend à prouver la formule de Meyer. Quant aux produits de bisubstitution il devrait y en avoir 4 isomères et on connaît déjà 3 acides disulfothiophéniques.

Meyer rappelle en outre que le sulfure d'éthyle chauffé se transforme en thiophène

$$\begin{array}{l} \quad CH_2 - CH_3 \\ / \\ S \\ \diagdown \\ \quad CH_2 - CH_3 \end{array} = H_6 + \begin{array}{lcr} & CH & \\ / & & \diagdown\!\diagdown \\ S & & CH \\ \diagdown & & / \\ & CH = CH & \end{array}$$

si la même réaction a lieu avec les sulfures de propyl et d'isopropyl on aurait 2 thioxènes de la formule

```
     H                          CH3
     |                          |
     C = C — CH3                C = CH
    /                          /
   S                  et      S       |
    \                          \
     C = C — CH3                C = CH
     |                          |
     H                          CH3
```

réaction qui prouverait la constitution du thiophène.

K. Gasiorowski et V. Merz. Préparation de nitriles par les amines aromatiques formylées. (*Berichte,* XVIII, p. 1001. Zurich.)

En chauffant la formanilide avec de la poussière de zinc, on obtient principalement de la benzonitrile et de l'aniline et il se dégage CO et CO_2.

$$C_6H_5N <^{CHO}_{H} + Zn = C_6H_5CN + Zn\,O + H_2$$

D'autres amines formylées traitées de même donnent les nitriles correspondantes; il vaut mieux chauffer dans une atmosphère d'hydrogène qu'à l'air libre, mais cependant le rendement est faible et ne dépasse jamais 20 °/₀, cette réaction paraît être générale au moins pour les amines primaires aromatiques monobasiques.

Otto Stadler. Nitrothiophènes. (*Berichte*, XVIII, p. 530. Zurich.)

Le dinitrothiophène fusible à 52° se transforme entièrement en un isomère fusible à 78° par simple distillation par la vapeur d'eau, tous deux traités par le brome vers 200° se transforment en tetrabromthiophène. Par l'action de l'acide sulfurique sur le mononitrothiophène on obtient un sulfo-dérivé, dont le chlorure est une huile et l'amide fond vers 172°.

Arnold Peter. Acides thiopheniques isomères. (*Berichte*, XVIII, p. 542. Zurich.)

L'auteur avait, par oxydation de l'acétothiënon [1], obtenu un acide thiophénique qu'il a maintenant identifié comme étant l'acide β de Nahnsen [2].

Il a préparé le chlorure et l'amide de l'acide α thiophenique, le premier fond à 206° comme son isomère β, l'amide fond à 171°,5 son isomère β à 176°. L'acide α thiophénique bibromé fond à 209°-211°.

BOTANIQUE

J.-B. Schnetzler. Notice sur Beggiatoa alba Vauch. (*Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles*, 2me série, vol. XXI, nº 92, p. 68.)

Dans un ruisseau qui reçoit des matières organiques provenant de la brasserie de la Rosiaz, au-dessus de Lausanne, il s'est formé ce printemps (1885) une quantité abondante de flocons blanchâtres, gélatineux, qui, dans le mois de mai, se sont colorés en noir foncé. Ces flocons sont formés en grande partie d'un Schizophyte (*Beggiatoa alba* Vauch.) qui se présente souvent en quantité énorme dans les eaux provenant des fabriques de sucre, des tanneries, dans les eaux sulfureuses, formant sur la vase un enduit continu de couleur blanchâtre ou grisâtre (Barégine, Glairine, etc.).

Sous le microscope ces flocons gélatineux sont formés de filaments allongés, un peu élargis à leur sommet, dont le diamètre varie de 1mm jusqu'à 5mm. Quant à la structure je ne puis que confirmer les observations de Zopf (*die Spaltpilze*). Les filaments sont divisés en segments cylindriques, surtout dans la partie basilaire, mais en employant des solutions alcooliques d'aniline ou, d'après Cramer, du sulfate de sodium, de la glycérine chaude (Engler), on aperçoit égale-

[1] *Archives*, XIII, p. 364.
[2] *Archives*, XIII, p. 363.

ment la segmentation dans la partie supérieure. A l'aide de ces mêmes réactifs on peut voir ces segments (*Coccen, Zopf*) se diviser en petits disques qui, à leur tour, se subdivisent en quatre cellules grobuleuses ou ellipsoïdes qui se séparent peu à peu, nageant quelquefois vivement dans l'eau. En se divisant, ces cellules forment des glomérules de Zooglœa. Quelquefois elles se prolongent sous forme de bacilles ou se tordent en spirale comme des vibrions. C'est de ces cellules que se développent les filaments de Beggiatoa.

Les filaments de Beggiatoa renferment des granulations très réfringentes qui, d'après Cramer, se composent de soufre pur. Lorsqu'on traite ces filaments granuleux avec du sulfure de carbone, les granules de soufre se dissolvent. Ce soufre provient de la décomposition de sulfates par les Beggiatoa qui provoquent en même temps un fort dégagement d'hydrogène sulfuré. On explique ainsi facilement la coloration noire produite au mois de mai par notre *Beggiatoa alba.* La vase sur laquelle se trouvaient les masses floconneuses et gélatineuses de ce champignon aquatique renfermait des combinaisons ferrugineuses qui, sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, se transformaient en sulfure de fer. Notre savant collègue M. le prof. Brunner a eu l'obligeance d'analyser la matière colorante noire produite par les Beggiatoa, et il a constaté qu'elle était due, en effet, à du sulfure de fer.

Les filaments de Beggiatoa alba exécutent dans l'eau des mouvements tout à fait analogues à ceux des Oscillaria. Dans son histoire des *Conferves d'eau douce,* J.-P. Vaucher décrit notre Schizophyte sous le nom d'*Oscillaria alba.* Il cite à cette occasion une observation de de Saussure qui avait trouvé cette O. alba aux eaux d'Aix, dans le bassin de St-Paul. Voici, du reste, le texte même de cette citation qui présente un certain intérêt :

« Elle (*O. alba*) forme, sur les plaques veloutées de « l'Oscillatoire d'Adanson, une espèce de moisissure blanche; « observée au microscope, elle paraît douée d'un mouvement « spontané; ses filets sont de moitié plus petits que ceux de « l'Oscillatoire d'Adanson. Leur forme est aussi assez diffé- « rente; ils aiment à réunir et à croiser leurs deux extrémités « sous la forme d'anneaux ou de boucles, qui ont une très

« grande ouverture relativement à l'épaisseur des filets qui les « forment; ces boucles exécutent divers mouvements; elles « s'élèvent, s'abaissent, s'allongent, s'élargissent; quelquefois « aussi, mais plus rarement, ces filets s'étendent en ligne « droite; on observe alors plus commodément leurs extrémi- « tés; on voit qu'au lieu de s'amincir auprès de ces extrémi- « tés, comme ceux de la plupart des Oscillatoires, ils se « terminent brusquement par un segment de sphère aplati. »

Ces observations sont en général parfaitement justes et on comprend que Vaucher et de Saussure aient placé Beggiatoa alba parmi les Oscillaria. Au point de vue morphologique ces deux genres présentent une frappante analogie. Au point de vue physiologique cette analogie se retrouve dans la segmentation, dans la formation de bacilles, de micrococques, etc., dans les mouvements, la reproduction, etc. L'absence de la matière colorante verte dans les Beggiatoa devrait les priver de la faculté d'assimiler les substances inorganiques et cependant leur protoplasma vivant incolore jouit de la propriété de décomposer les sulfates, de produire du soufre et de l'acide sulfhydrique. La gaine qui entoure ordinairement les filaments d'Oscillaria paraît manquer au Beggiatoa; mais malgré cette différence, il me paraît exister un lien génétique entre elles et les Oscillaria. Comme les Nemathelmia parasites pourraient être regardés comme des vers du groupe des annélides dégradés en s'adaptant au parasitisme, les Oscillaria de couleur verte auraient pu se dégrader, se décolorer en vivant dans un milieu ambiant renfermant des matières organiques et en s'adaptant peu à peu à ce nouveau genre de vie. A l'état de filaments allongés, on les trouve ordinairement sur des algues en décomposition, sur différentes plantes aquatiques, sur des insectes morts, etc. Les Oscillaria seraient-elles au contraire des Beggiatoa perfectionnées? On objectera que le parasitisme (ou le saprophytisme) dégrade et n'élève pas, que le parasite ou le saprophyte doit trouver pour vivre des substances résultant à l'origine de l'assimilation de substances organiques par du protoplasma vert. Nous avons vu cependant plus haut que le protoplasma incolore des Beggiatoa exerce une puissante action réductrice sur les sulfates, c'est-à-dire

sur des substances inorganiques qui, dans ce cas, doivent fournir le soufre aux matières albumineuses qui forment la partie principale de ce protoplasma.

Auguste Favrat. Catalogue des Ronces du sud-ouest de la Suisse. (*Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, 2me série, t. XXI, n° 92, p. 129.)

L'étude des genres où la multitude de formes voisines présente des difficultés, continue d'être suivie chez nous par quelques botanistes qui en sentent toute l'importance. Le travail de MM. Burnat et Gremli sur les *Roses des Alpes maritimes* était bien digne d'être imité. Celui du Dr Christ sur les *Rosa*, qui a paru en 1884 dans le *Botanisches Centralblatt*, vient d'être publié en français par M. Burnat[1] et nous ne doutons pas que cette traduction ne soit bien accueillie à cause de la valeur à la fois pratique et philosophique de l'ouvrage. Voici maintenant une publication analogue sur les *Rubus*, qui a reçu un prix de l'Académie de Lausanne. Depuis le *Synopsis Ruborum Germaniæ* de Focke, publié en 1877, il n'a rien été fait d'aussi important sur ce groupe qui présente, dit M. Favrat, « un remarquable intérêt philosophique. Il semble, dit-il, que l'on surprenne là, mieux que partout ailleurs, la gigantesque évolution du monde organisé. On assiste, pour ainsi dire, à la formation des espèces. L'étude approfondie de cet inextricable fouillis de formes montre qu'il y a des groupes dont les types sont si rapprochés qu'on ne sait quelle valeur leur accorder; tandis que dans d'autres groupes la différenciation est poussée plus loin. Enfin quelques rares espèces, tout à fait caractéristiques, semblent isolées au milieu de cette multitude de formes proches parentes. »

« Si l'on veut se faire une idée un peu exacte de ce genre, il faut donc nécessairement établir plusieurs degrés dans l'espèce. Il va sans dire que ce système n'est pas parfait, mais à tous égards il est préférable à l'ancien. Les monographies

[1] Le genre *Rosa*, par le Dr H. Christ, traduit en français, in-8°, 56 pages, chez Georg, à Genève et Bâle.

qui présentent au même titre spécifique les variations les plus faibles à côté des types les plus distincts, donnent une idée tout à fait fausse du genre considéré. »

« Le Dr Focke a établi des espèces de six valeurs différentes pour les formes observées en Allemagne. Il est évident qu'on pourrait établir un plus grand nombre de degrés, car dans la nature chaque forme a une valeur particulière ; mais ces six ordres d'espèces suffisent tout à fait pour donner une juste idée de l'importance relative des types. Je suivrai les traces du Dr Focke, en adoptant ses six degrés spécifiques, et en cherchant à déterminer, autant qu'il est possible de le faire actuellement, la place de nos formes spéciales sur cette échelle des espèces. Le Dr Focke donne comme exemples de ses six ordres d'espèces les types suivants :

Rubus caesius L., espèce de premier ordre.
R. suberectus Anders., espèce de 2e ordre.
R. thyrsoideus Wimm., espèce collective de 2e ordre.
R. egregius Focke, espèce de 3e ordre.
R. platycephalus Focke, espèce de 4e ordre.
R. prasinus Focke, » 5e ordre.
R. cordifolius Wh. et N., » 6e ordre.

Ces quatre dernières espèces n'étant pas suisses, voici des exemples pris parmi les formes de notre pays :

R. teretiusculus Kaltenb., espèce de 3e ordre.
R. pilocarpus Gremli, » 4e ordre.
R. insericatus P.-J. M., » 5e ordre.
R. suavifolius Gremli, » 6e ordre.

« En comparant le nombre des formes observées en Allemagne avec le nombre des formes suisses, on voit que l'Allemagne en possède au moins trois fois plus. Mais la différence porte surtout sur les espèces de 3e, 4e, 5e et 6e ordre, c'est-à-dire sur celles de moindre importance spécifique, sur les formes locales, dont le nombre est en relation avec l'étendue du pays considéré. Si nous faisons la même comparaison entre le nord-est et le sud-ouest de la Suisse, nous voyons que dans le nord-est M. Gremli a trouvé 23 formes de 1er, 2e et 3e ordre, pour 25 formes de 4e, 5e et 6e ordre. Dans le sud-ouest nous connaissons actuellement 28 formes de 1er, 2e et 3e ordre, et seulement 15 de 4e, 5e et 6e ordre. Cela

montre que la région que nous étudions n'a pas encore été suffisamment explorée, et nous permet d'avancer, avec quelque certitude, qu'il y a chance de découvrir encore, dans le sud-ouest de la Suisse, une douzaine au moins de formes locales. »

L'auteur énumère toutes les formes découvertes en Suisse, dont neuf sont entièrement nouvelles. La classification de ces formes et de leurs variétés est donnée méthodiquement, avec les caractères, les localités suisses et une synonymie fondée sur l'examen de beaucoup d'échantillons authentiques ou sur des déterminations communiquées par M. Focke.

MARI. CONTRIBUTION A LA FLORE CRYPTOGAMIQUE DE LA SUISSE. Compte rendu par M. L. Favrat. (*Bulletin Société vaudoise des sciences naturelles,* 2me série, vol. XXI, n° 92, p. 27.)

Dans les courts loisirs que lui laissent les devoirs de sa charge, M. Mari, bibliothécaire à Lugano, explore avec ardeur, depuis plusieurs années, la riche et splendide contrée qu'il habite, et il y a fait de fort intéressantes trouvailles. Il a découvert, entre autres, le *Nardosmia fragrans* (Presl.), près de Castagnola, à l'est de Lugano. Cette plante, jusqu'ici étrangère à la Suisse, paraît être là tout à fait chez elle. C'est l'ellébore d'hiver ou pétasite odorant des horticulteurs.

La région insubrienne, dont la flore est si riche, possède certainement nombre de mousses méridionales qui s'avancent jusqu'aux points extrêmes de la région du châtaignier ou même au delà. Mais, sauf M. le docteur Franzoni, à Locarno, personne jusqu'ici n'avait exploré le canton du Tessin au point de vue bryologique.

Il faut pourtant bien dire que Schleicher, qui recueillait tout, a probablement recueilli des mousses au Tessin, et qu'il y a découvert, près de Locarno, le rarissime *Physcomitrium acuminatum.*

Les mousses de M. Mari ont toutes été déterminées par feu M. de Notaris, le célèbre botaniste et bryologue italien. Voici les plus intéressantes :

Hymenostomum tortile (Schw.); cité à Genève et dans le Jura (Amann, Essai); pas d'autres indications pour la Suisse.

Ptychomitrium polyphyllum (Diks.); Schimper (*Synopsis*, éd. II. 1876) ne le cite pas en Suisse.

Orthotrichum Sturmii Hoppe et Hornsch, vallée de Salvan et Jura (Amann, Essai); pas d'autres indications.

Anomodon tristis Sull., *Leskea* Cesati; non cité en Suisse, mais seulement près Gallivaggio sur Chiavenne, route du Splügen; espèce méridionale.

Anomodon rostratus (H.), espèce méridionale, non citée en Suisse au nord des Alpes; Schimper dit seulement avec doute: in Helvetia (Sabaudia ?).

Atrichum angustatum (Brid.); non cité en Suisse.

Bryum Mildeanum Jur., cité entre autres au Tyrol, mais pas en Suisse.

Pterogonium gracile Sw.; Lesquereux l'indique aux Sagnettes, Jura neuchâtelois (Amann, Essai); pas d'autres indications.

Thuidium punctulatum (Bals. et Not.). Mousse méridionale que Schimper ne cite que dans la région insubrienne. Deux localités seulement appartiennent à la Suisse : district de Mendrisio (Tessin), *legit* Mari, et val Bregaglia (Grisons), *legit* D[r] Pfeffer.

Brachythecium campestre Br. Eur.; cité à Genève et dans le Jura neuchâtelois (Amann, Essai); pas d'autres indications.

Eurynchium striatulum (R. Spr.), fréquent dans l'Europe méridionale, plus rare dans la région centrale, non cité en Suisse.

Eurynchium pumilum (Wils.), cité par Schimper aux environs de Gênes et dans les Vosges, entre autres stations, mais pas en Suisse.

Eurynchium speciosum (Brid.). Sur quinze stations citées, une seule appartient à la Suisse : Brugg (Argovie), *legit* Geheeb.

Rhynchostegium rotundifolium Schp. Syn., *Hypnum* Scop. Schimper cite huit localités, toutes hors de Suisse.

Amblystegium fluviatile (Sw.), près Saillon, *legit* Schleicher (Amann, Essai), station non citée par Schimper, qui ne signale pas cette plante en Suisse.

Enfin, *Funaria calcarea*, rare ou peu observé en Suisse.

En somme, plusieurs des espèces précédentes seraient nouvelles pour la Suisse.

DAWSON. FLORE FOSSILE DU CANADA.

Le Dr G.-M. Dawson a décrit dans les Transactions de la Société royale du Canada une flore curieuse du Jura-crétacé qu'il a découverte récemment dans les Montagnes-Rocheuses canadiennes, ainsi qu'un groupe de plantes intermédiaire entre celui-ci et le crétacé moyen. La plus ancienne de ces flores existe dans des couches qu'il nomme de Kootanié, du nom de la tribu indigène qui se trouve là, entre le 49me et le 52me degré de latitude. Le roc est du « sandstome, shale et conglomerates, » avec des veines de houille et çà et là de l'anthracite. Les plantes sont des Conifères, Cycadées et Fougères. Les Cycadées dominent et appartiennent aux genres *Dioonites, Zamites, Podozamites* et *Amomozamites*. Quelques-unes de ces Cycadées et des Conifères sont identiques avec les espèces décrites par Heer du jurassien de Sibérie, tandis que d'autres se trouvent dans le crétacé inférieur du Groënland. Le cosmopolite *Podozamites lanceolatus* est très caractéristique. Il y a des feuilles de *Salisburia Sibirica*, espèce sibérienne mezozoïque, et des branches de *Sequoia Smittiana*, caractéristique du crétacé inférieur du Groënland. Aucune Dicotylédone n'a été trouvée dans ces gisements, dont les espèces relient d'une manière remarquable les flores éteintes d'Asie et d'Amérique et celles des temps jurassien et crétacé.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

OCTOBRE 1885

Le 1er, fort vent du S. à 1 h. du soir; tonnerre à l'O. à 2 h. 22 m. du soir.
2, forte rosée le soir.
3, très forte rosée le matin.
4, très forte rosée le matin; fort vent à 7 h. du soir.
5, fort vent de 10 h. du m. à 1 h. du soir; forte rosée le soir.
6, forte rosée le matin.
7, fort vent dans la journée.
8, forte rosée le matin et le soir.
9, à 3 h. 52 m. magnifique arc-en-ciel double d'un éclat tout à fait extraordinaire; à l'arc-en-ciel principal viennent s'adapter deux autres surnuméraires; fort vent à 4 h. du soir.
10, fort vent jusqu'à 9 h. du soir.
11, fort vent dans la journée.
12, neige sur le Jura.
13, forte bise le matin.
14, rosée le matin.
15, forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.
17 et 18, forte rosée le matin.
19, gelée blanche le matin, la première de la saison; le minimum de nuit est + 1°,9.
20, forte bise depuis 4 h. du soir.
22, fort vent l'après-midi.
26, brouillard enveloppant à 7 h. du matin; il se termine à environ 15m au-dessus du sol.
27, fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
28, fort vent de 10 h. du matin à 7 h. du soir; arc-en-ciel partiel au NNE. à 4 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 1 h. soir	724,77
Le 2 à 9 h. matin	733,78		
		4 à 1 h. soir	726,47
5 à 9 h. matin	729,79		
		10 à 11 h. soir	706,26
17 à 9 h. matin	732,39		
		20 à 4 h. matin	717,05
21 à 11 h. matin	723,68		
		22 à 3 h. soir	717,54
23 à 8 h. matin	721,54		
		24 à 5 h. soir	716,76
30 à 11 h. matin	728,98		
		31 à 3 h. soir	719,90

GENÈVE. — OCTOBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	728,11	+ 1,25	724,77	732,32	+13,69	+ 1,28	+ 8,7	+21,5	695	—112	470	860	9,7	5	S. 1	0,85	+15,7	0,0	174,2
2	732,52	+ 5,69	731,61	733,78	+10,49	— 1,75	+ 6,5	+15,3	775	— 34	480	990	1,7	1	SE. 1	0,42	15,7	+ 0,1	176,5
3	730,51	+ 3,72	729,27	731,88	+10,63	— 1,45	+ 3,4	+17,4	770	— 40	510	1000	...	...	S. 1	0,95	15,6	+ 0,2	176,0
4	727,89	+ 1,43	726,47	729,93	+13,35	+ 1,44	+ 8,2	+19,7	732	— 80	490	900	1,1	2	SSO. 1	0,90	...	.....	175,0
5	728,78	+ 2,05	727,71	729,79	+13,41	+ 1,37	+10,4	+17,5	731	— 82	560	890	1,8	2	S. 1	0,60	14,4	— 0,8	175,7
6	728,04	+ 1,35	726,98	729,10	+12,70	+ 1,43	+ 7,3	+17,5	710	—104	530	880	...	...	SO. 1	0,32	14,3	— 0,8	171,0
7	725,29	— 1,36	723,63	727,57	+13,13	+ 1,73	+ 9,9	+16,7	766	— 49	600	880	5,4	6	SSO. 2	0,98	14,2	— 0,8	171,7
8	725,98	— 0,65	723,09	727,53	+ 9,78	— 1,45	+ 6,0	+14,8	765	— 52	570	930	...	...	S. 1	0,50	10,8	— 4,0	171,0
9	718,49	— 8,11	715,98	722,44	+ 8,90	— 2,15	+ 6,2	+10,3	805	— 13	660	1000	22,2	9	SSO. 1	0,93	10,7	— 4,0	169,5
10	711,39	—15,18	706,26	718,75	+ 8,49	— 2,39	+ 6,4	+10,8	756	— 63	660	910	11,6	10	SSO. 2	1,00	10,9	— 3,7	170,0
11	711,08	—15,46	707,03	713,97	+ 7,44	— 3,57	+ 5,3	+ 8,7	816	— 4	720	910	2,0	4	S. 1	1,00	...	.....	172,0
12	715,33	—11,18	713,69	716,76	+ 6,04	— 4,49	+ 4,4	+ 8,5	879	+ 58	770	940	3,0	13	S. 1	1,00	8,7	— 5,6	173,4
13	718,70	— 7,78	715,73	723,20	+ 6,42	— 3,94	+ 3,9	+ 8,4	774	— 48	680	940	...	...	variable	1,00	8,8	— 5,4	172,5
14	725,58	— 0,87	726,78	723,72	+ 7,07	— 3,11	+ 2,8	+11,3	772	— 51	520	940	...	...	N. 1	0,58	9,4	— 4,7	173,0
15	722,23	— 4,19	719,80	725,26	+ 8,89	— 1,41	+ 6,3	+12,5	861	+ 38	760	1000	8,1	7	NE. 1	0,72	9,2	— 4,7	171,0
16	728,40	+ 2,00	724,48	731,20	+10,61	+ 0,78	+ 5,2	+15,7	876	+ 52	730	1000	0,3	...	variable	0,82	12,0	— 1,8	170,0
17	731,46	+ 5,09	730,58	732,39	+10,89	+ 1,24	+ 5,3	+16,2	791	— 34	590	980	0,1	...	S. 1	0,92	12,2	— 1,5	172,0
18	729,88	+ 3,53	728,65	731,27	+ 9,56	+ 0,09	+ 5,0	+16,9	845	+ 19	530	1000	...	...	variable	0,17	...	.....	174,0
19	724,17	— 2,16	718,98	728,48	+ 6,85	— 2,44	+ 1,9	+11,9	903	+ 76	710	1000	13,0	7	S. 1	0,90	12,0	— 1,4	174,5
20	718,41	— 7,90	717,05	721,17	+ 7,03	— 2,08	+ 4,7	+ 7,6	966	+139	820	1000	12,8	12	N. 2	1,00	11,8	— 1,5	177,0
21	722,59	— 3,70	721,35	723,68	+ 6,56	— 2,37	+ 5,0	+ 8,4	815	— 13	700	900	...	...	variable	1,00	11,5	— 1,7	176,0
22	719,89	— 6,38	717,54	722,11	+ 7,46	— 1,29	+ 4,0	+11,6	765	— 64	630	870	1,8	2	SSO. 1	1,00	11,4	— 1,6	176,0
23	720,33	— 5,92	719,14	721,54	+11,40	+ 2,53	+ 6,8	+16,2	685	—144	420	890	0,7	1	S. 1	0,75	11,7	— 1,2	174,0
24	717,75	— 8,49	716,76	718,91	+ 8,44	+ 0,05	+ 5,5	+11,4	882	+ 52	770	940	6,8	5	S. 1	1,00	11,5	— 1,3	174,2
25	718,93	— 7,29	717,87	720,78	+ 5,86	— 2,35	+ 4,8	+ 7,0	989	+159	970	1000	21,1	19	ENE. 1	1,00	...	.....	176,0
26	720,48	— 5,73	719,46	721,28	+ 5,53	— 2,51	+ 0,1	+ 9,6	871	+ 40	590	1000	2,0	4	SSO. 1	0,68	11,2	— 1,3	178,0
27	719,55	— 6,65	717,74	722,30	+ 9,63	+ 1,77	+ 4,8	+13,8	796	— 35	620	940	10,4	11	SSO. 2	0,88	11,0	— 1,3	178,5
28	721,50	— 4,68	719,27	723,25	+ 6,85	— 0,83	+ 4,8	+10,0	755	— 77	620	850	3,1	4	S. 2	0,98	9,6	— 2,6	180,0
29	722,53	— 3,64	720,93	725,28	+ 4,13	— 3,37	+ 2,2	+ 6,4	808	— 24	690	900	4,4	8	SSO. 1	1,00	9,4	— 2,7	184,5
30	727,46	+ 1,29	725,49	728,98	+ 5,08	— 2,24	+ 3,2	+ 8,5	842	+ 9	670	930	1,2	3	SSO. 1	0,98	9,5	— 2,4	184,2
31	722,18	— 3,98	719,90	726,70	+ 5,56	— 1,58	+ 2,9	+ 8,4	914	+ 81	780	980	14,1	14	S. 1	1,00	9,3	— 2,5	183,5

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
Baromètre.								
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,24	726,47	726,30	725,93	724,63	724,64	725,06	725,34
2e »	722,12	721,92	722,31	722,74	722,45	722,41	722,92	723,34
3e »	721,66	721,29	721,38	721,46	720,64	720,41	721,13	721,60
Mois	723,61	723,16	723,27	723,31	722,51	722,42	722,97	723,37
Température.								
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,78	+ 9,16	+ 9,73	+12,89	+15,16	+13,23	+11,41	+10,05
2e »	+ 6,92	+ 6,18	+ 5,67	+ 9,09	+10,89	+10,15	+ 8,30	+ 7,21
3e »	+ 6,05	+ 5,44	+ 5,18	+ 7,60	+ 9,29	+ 8,42	+ 7,12	+ 6,31
Mois	+ 7,53	+ 6,88	+ 6,80	+ 9,79	+11,70	+10,53	+ 8,89	+ 7,81
Fraction de saturation en millièmes.								
1re décade	838	798	854	705	583	667	743	817
2e »	890	919	932	816	723	749	866	892
3e »	868	892	895	826	736	772	818	826
Mois	865	870	894	784	683	731	809	845

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 7,30	+ 16,15	+ 13,59	0,75	53,5	173,06
2e »	+ 4,48	+ 11,77	+ 10,51	0,81	39,3	172,94
3e »	+ 4,01	+ 10,12	+ 10,61	0,93	65,6	178,63
Mois	+ 5,22	+ 12,60	+ 11,57	0,83	158,4	175,00

Dans ce mois l'air a été calme 1,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,27 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 13°,4 O. et son intensité est égale à 52,3 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1885.

Le 1er, fort vent à 1 h. du soir ; neige et forte bise depuis 4 h. du soir.
2, brouillard par une forte bise jusqu'à 1 h. du soir.
7, fort vent depuis 1 h. du soir ; neige depuis 4 h. du soir.
8, brouillard à 7 h. du matin.
9, fort vent tout le jour ; neige jusqu'à 4 h. du soir ; brouillard depuis 7 h. du soir.
10, fort vent tout le jour ; neige depuis 1 h. du soir.
11, forte bise jusqu'à 4 h. du soir ; neige le matin ; brouillard de 1 h. à 4 h. du soir.
12, forte bise tout le jour ; légère neige à 10 h. du matin ; brouillard depuis 1 h. du soir.
13, brouillard par une forte bise pendant tout le jour.
14, forte bise tout le jour ; brouillard jusqu'à 1 h. du soir.
15, violent vent pendant tout le jour ; neige, pluie et brouillard ; la neige est emportée par le vent, et sa hauteur ne peut être mesurée.
16, fort vent tout le jour ; brouillard à 7 h. du matin et l'après-midi ; neige depuis 7 h. du soir.
17, brouillard tout le jour ; fort vent depuis 4 h. du soir.
19, neige depuis 4 h. du soir.
20, neige et brouillard dans la journée.
21, brouillard jusqu'à 4 h. du soir.
22, neige de 10 h. du matin à 1 h. du soir ; brouillard par un fort vent de 4 h. à 7 h. du soir.
23, brouillard par un fort vent depuis 4 h. du soir.
24, brouillard par un fort vent pendant tout le jour.
25, neige tout le jour ; fort vent le matin, forte bise depuis 1 h. du soir.
26, brouillard à 7 h. du soir, neige à 10 h. du soir.
27, neige jusqu'à 10 h. du matin et à 4 h. du soir ; brouillard depuis 7 h. du soir.
28, brouillard jusqu'à 7 h. du matin, puis neige ; forte bise depuis 4 h. du soir.
29, brouillard jusqu'à 1 h. du soir, puis neige ; forte bise depuis 7 h. du soir.
30, brouillard par une forte bise jusqu'à 4 h. du soir.
31, neige ; brouillard à 10 h. du matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 11 h. soir	568,57	Le 1er à 6 h soir	565,00
5 à 10 h. soir	567,01	5 à 4 h. matin	566,15
17 à 9 h. matin	568,66	11 à 4 h. matin	547,60
21 à 11 h. soir	558,98	20 à 3 h. soir	555,07
24 à 1 h. matin	560,77	22 à 3 h. soir	556,37
27 à 1 h. matin	558,60	25 à 5 h. soir	553,50
30 à 10 h. soir	561,23	29 à 4 h. matin	554,15

SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	* 0	0	millim.	millim			
1	566,66	+ 0,80	565,00	568,03	— 0,81	— 2,32	(— 3,0)	+ 2,5	100	5,5	....	variable	0,65
2	567,00	+ 1,23	566,02	568,03	— 3,77	— 5,13	(— 5,0)	+ 3,3	.....	.....	....	NE. 2	0,73
3	567,86	+ 2,18	567,34	568 57	— 1,05	— 2 26	(— 5,2)	+ 2,5	.....	.....	....	variable	0,23
4	567,34	+ 1,75	566,78	568,47	+ 1,62	+ 0,56	(— 1,2)	+ 3,7	.....	.....	....	SO. 1	0,32
5	566,58	+ 1,08	566,15	567,01	+ 0,67	— 0,24	(— 3,5)	+ 5,1	.....	.....	....	SO. 1	0,07
6	566,52	+ 1,11	566,30	566,98	+ 2,25	+ 1,49	(— 3,5)	+ 5,3	.....	.....	....	SO. 1	0,13
7	564,11	— 1,21	563 01	566,15	+ 0,49	— 0,12	(— 3,0)	+ 4,0	190	14,5	....	SO. 2	0,90
8	562,70	— 2,54	562,00	563,15	— 1,38	— 1,85	— 4,8	+ 2,9	.....	.....	....	NE. 1	0,33
9	557,54	— 7,61	554,90	562,14	— 3,76	— 4,08	— 7,0	— 0,7	250	29,8	....	SO. 2	1,00
10	551,64	—13,42	548,16	555,92	— 6,05	— 6,22	— 7,8	— 5,2	330	23,5	....	SO. 2	0,97
11	549,17	—15,80	547,60	551,04	— 7,05	— 7,07	— 9,0	— 4,3	150	9,9	....	NE. 2	0,70
12	551,74	—13,14	550,97	552,76	— 7,21	— 7,07	— 9,0	— 5,3	.....	.....	....	NE. 2	0,97
13	555,20	— 9,59	552,95	559,50	— 6,71	— 6,41	— 9,2	— 4,5	.....	.....	....	NE. 2	1,00
14	561,66	— 3,04	559,88	562,86	— 7,11	— 6,66	— 9,3	— 5,9	.....	.....	....	NE. 2	0,75
15	561,55	— 3,06	560,82	563,30	— 0,60	0,00	(— 5,7)	+ 1,7	.....	55,0	....	SO. 3	1,00
16	567,51	+ 2,99	564,02	568,60	— 2,43	— 1,68	— 3,6	+ 0,6	50	4,7	....	SO. 2	0,82
17	568,05	+ 3,61	567,56	568,66	— 3,06	— 2,15	— 3,8	— 1,5	.....	.....	....	SO. 2	0,92
18	566,25	+ 1,89	565,77	567,60	— 2,21	— 1,14	— 5,6	+ 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,07
19	562,66	— 1,62	559,20	565,40	— 3,36	— 2,14	— 5,2	— 1,5	240	14,5	....	SO. 1	0,73
20	555,86	— 8,34	555,07	558,50	— 2,85	— 1,48	— 4,2	+ 1,1	260	14,6	....	NE. 1	1,00
21	557,62	— 6,50	556,44	558,98	— 6,96	— 5,44	— 9,8	— 5,5	.....	.....	....	NE. 1	0,65
22	557,60	— 6,44	556,37	558,80	— 5,95	— 4,28	— 6,4	— 3,7	100	13,6	....	SO. 1	0,83
23	559,50	— 4,46	558,04	560,70	— 4,58	— 2,75	— 6,5	— 1,8	.....	.....	....	SO. 2	0,58
24	559,26	— 4,62	557,12	560,77	— 4,26	— 2,28	— 6,0	— 3,2	.....	.....	....	SO. 2	1,00
25	555,19	— 8,61	553,50	557,02	— 5,80	— 3,67	— 7,5	— 2,2	420	55,2	....	NE. 2	1,00
26	556,96	— 6,76	555,90	558,46	— 6,90	— 4,62	— 9,6	— 5,1	.....	.....	....	NE 1	0,52
27	557,78	— 5,87	557,04	558,60	— 2,88	— 0,45	— 6,5	+ 0,1	280	26,8	....	NE. 1	0,98
28	556,39	— 7,19	554,19	557,60	— 7,26	— 4,68	— 8,7	— 4,6	360	25,5	....	NE. 1	1,00
29	555,61	— 7,90	554,15	557,77	—10,36	— 7,63	—13,2	— 8,4	150	12,0	....	NE. 1	1,00
30	560,28	— 3,16	558,04	561,23	— 9,31	— 6,43	—10,8	— 7,6	.....	.....	....	NE. 2	0,80
31	559,06	— 4,31	557,40	561,10	— 4,45	— 1,43	— 9,0	0,0	200	15,8	....	SO. 1	1,00

* Les minimes inscrits entre ( ) ont été interpolés.

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	564,99	564,30	563,99	563,94	563,47	563,07	563,20	563,39
2e » ...	559,74	559,54	559,51	560,00	560,01	560,12	560,25	560,56
3e » ...	557,86	557,63	557,73	558,01	557,74	557,44	557,72	557,87
Mois	560,77	560,39	560,32	560,57	560,32	560,12	560,30	560,52

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 2,03	0,00	+ 1,58	+ 0,78	— 1,54	— 2,59
2e » ...	— 4,57	— 3,04	— 1,98	— 3,71	— 4,29	— 4,79
3e » ...	— 6,30	— 4,31	— 4,45	— 6,25	— 6,57	— 6,41
Mois	— 4,36	— 2,51	— 1,71	— 3,16	— 4,21	— 4,65

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 4,40	+ 2,34	0,53	73,3	870
2e » ...	— 6,46	— 1,65	0,80	98,7	700
3e » ...	— 8,54	— 3,82	0,85	148,9	1510
Mois	— 6,54	— 1,13	0,73	320,9	3080

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,91 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 7,0 sur 100.

ONZIÈME ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DE LA

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE

RÉUNIE A GENÈVE DU 19 AU 22 AOUT 1885

PAR

Le col. Émile GAUTIER

La Société astronomique, fondée en 1863 à Heidelberg par quelques savants, presque tous d'origine allemande, a constamment prospéré dès lors, et s'est réunie tous les deux ans en assemblée générale, dans diverses villes d'Allemagne et des pays voisins.

En 1883 elle siégeait à Vienne pour la seconde fois depuis sa fondation, et les membres présents y acceptèrent à une grande majorité notre invitation à se rencontrer à Genève pour leur onzième session. Cette résolution était motivée par le désir de profiter de la position centrale de notre ville, à portée de diverses nationalités, peu représentées à l'ordinaire aux assemblées, par le désir aussi de rendre un hommage de sympathie à un centre, de dimension modeste, mais qui a joué son rôle dans la science, enfin par l'attrait exercé sur tous les hommes, les astro-

nomes non exceptés, par les beautés naturelles de notre vallée et des sites qui l'avoisinent.

Nous n'aurions point osé faire notre proposition à l'illustre assemblée sans un fait, de date encore récente, qui a mis notre observatoire à un rang auquel il ne pouvait prétendre auparavant, en présence de l'essor pris en tous lieux par l'astronomie pratique, au point de vue des instruments dont elle dispose. L'équatorial Plantamour donné à son pays par notre regretté prédécesseur a opéré ce progrès. Grâce à lui nous pouvons marcher de pair avec la plupart des établissements de même genre, et si nos ressources n'égalent pas celles de Vienne, de Paris, de Greenwich, de Poulkowa ou des grands observatoires américains, une besogne sérieuse, en rapport avec les exigences de notre époque, peut s'accomplir par leur emploi, moyennant activité, talent et persévérance de la part de ceux qui les utilisent.

C'est ce dont nos confrères étrangers se sont convaincus en venant nombreux tenir leurs séances au milieu de nous, du 19 au 22 août écoulé. Le vœu de voir des collègues italiens assister au Congrès n'a malheureusement pas été exaucé, malgré la proximité de leur résidence. Nos voisins de France ont été peu nombreux ; les représentants d'Angleterre, d'Amérique de même. On peut dire à leur égard en toute conscience que la qualité compensait la quantité ; mais nous avions de grandes espérances au point de vue d'une représentation abondante de toutes les nationalités, et l'expression de nos regrets à cet égard nous est ici permise.

Dès le 17 août le Comité de la Société commençait ses travaux dans la salle du Sénat de l'Université. Il se trouvait composé de MM. le prof. Auwers, de Berlin, prési-

dent; le prof. Gyldèn, de Stockholm, vice-président; le prof. Schönfeld, de Bonn, le prof. Seeliger, de Munich, secrétaires; le prof. Bruns, de Leipzig, trésorier, et le prof. H. G. v. d. Sande Bakhuyzen, de Leyde. Son septième membre, M. le prof. E. Weiss, de Vienne, a rejoint ses collègues le lendemain, tandis qu'à notre grand regret le huitième, M. le prof. Th. v. Oppolzer, était empêché de se trouver présent.

Pendant deux jours les séances furent activement employées à mettre en règle toutes les affaires intérieures du ressort du Comité; une liste de 22 nouveaux membres se présentant pour l'admission fut imprimée, et un programme des séances de l'assemblée arrêté, pour être remis aux participants à la réunion et envoyé comme invitation aux personnes s'occupant de sciences exactes à Genève.

La première assemblée générale s'ouvrit le mercredi 19 août, à 10 heures, dans l'Aula de l'Université, obligeamment mise à la disposition du Congrès par le Département de l'Instruction publique. Une quarantaine de membres étaient présents, et leur première occupation fut d'agréer l'entrée dans la Société des 22 candidats en présentation.

Divers rapports concernant l'administration de la Société furent ensuite lus et approuvés. D'autres renseignements sur son activité scientifique suivirent.

L'objet essentiel de cette activité est de régler les diverses opérations intéressant l'ensemble des astronomes et susceptibles d'être réparties, soit entre eux individuellement, soit entre les observatoires.

Ainsi, pour les calculs de comètes, il est opportun de s'entendre, afin que plusieurs auteurs ne s'occupent pas de la même inutilement et pour qu'aucune ne soit négligée.

M. le prof. Weiss fournit les données relatives à ce sujet. Sur les 12 comètes périodiques connues, il en est 8 dont les retours sont prévus et confiés à des plumes compétentes. Pour celles de Halley et de Pons-Brooks, il n'y a pas encore lieu de s'en préoccuper ; la comète de Biela paraît s'être dispersée en fragments et n'est plus observable ; reste à pourvoir à celle de Brorsen qui est parmi les plus intéressantes.

Outre les périodiques, on a observé 168 comètes depuis le commencement de ce siècle, dont 87 ont eu leurs orbites calculées d'une manière définitive. Pour 58 les données sont suffisantes pour atteindre un résultat satisfaisant ; pour les autres il est à reprendre entièrement. M. Weiss recommande ce genre de recherches aux astronomes entrant dans la carrière, et émet l'idée de la création d'un bureau général d'informations pour le règlement de ces questions.

M. le président Auwers expose ensuite l'état actuel de la grande entreprise patronnée par la Société astronomique et qui sera bientôt achevée : l'observation des zones d'étoiles, devant comprendre tout le firmament, pour en avoir des cartes et un catalogue complet. Il donne le résumé des travaux exécutés pendant les deux ans écoulés par divers observatoires, entre autres ceux de Melbourne, Leyde, Washburne, Cap de Bonne-Espérance, Strasbourg, etc.

Une autre revue du Ciel au point de vue photométrique a été entreprise à Cambridge (États-Unis) par M. le prof. Edw. C. Pickering. M. le Président en communique les résultats, aboutissant à une classification des étoiles selon le plan annoncé par l'auteur lors de la dernière assemblée générale à Vienne, en 1883. Cette communication fournit

l'occasion à M. Th. Wolff, de Bonn, de donner un aperçu de ses travaux dans le même domaine et des comparaisons à établir entre ses résultats et ceux de M. Pickering.

M. le Dr Schram, de l'Institut géodésique de Vienne, présente à la Société une table composée par lui, pour faciliter les calculs d'éclipses organisés sur une vaste échelle par M. von Oppolzer. Cette table fournit pour un lieu quelconque la phase et la grandeur de l'éclipse.

M. le prof. Weiss dépose sur le bureau le 2me volume des *Annales* de l'Observatoire de Vienne.

Le début de la séance du 20 août, à laquelle est venu prendre sa place l'un des candidats reçus membres la veille, M. W.-H.-M. Christie, astronome royal d'Angleterre, a été consacré à des délibérations sur le régime intérieur de la Société : changement d'un article des statuts, époque et lieu de la prochaine assemblée générale, etc.

Le Président annonce ensuite avoir reçu de M. Gill, directeur de l'Observatoire du Cap de Bonne-Espérance, environ cent photographies des zones d'étoiles appartenant à la Bonner-Durchmusterung.

Il ouvre la discussion sur la VIme résolution votée à la conférence de Washington, formulant un vœu à l'adresse des astronomes pour les engager à adopter dans le plus bref délai possible le jour civil, commençant à minuit, dans toutes leurs opérations et publications. Le Président remarque que la réunion n'a point qualité pour émettre une opinion collective sur le sujet, mais il est à propos d'y provoquer l'exposé des vues individuelles du plus grand nombre de ses membres disposés à les faire connaître, en vue d'élucider la question telle qu'elle est considérée par les astronomes eux-mêmes.

Le premier orateur, M. O. Struve, de Poulkowa, se

déclare favorable au changement visé par le vœu de la conférence. Les observations de jour étant devenues beaucoup plus fréquentes, l'inconvénient de changer de date pendant une même série ne se trouve désormais guère plus grand dans le nouveau mode de compter que dans l'ancien. L'orateur voit un grand avantage dans l'uniformité établie pour tout le monde, hommes de science et public, de se régler sur le jour civil. S'il y a un sacrifice incontestable à consentir de la part des astronomes dans une modification de leur ancienne pratique, il doit être accompli en raison des relations toujours plus fréquentes avec les institutions existantes, qui se servent toutes du jour civil.

M. le prof. Spoerer, de Potsdam, quoique surtout occupé d'études solaires, ne croit pas à l'avantage du changement, lors même que personnellement il se sert du jour civil, qui lui est plus commode. Il le fait sans contrarier personne et sans que nul y fasse objection. Mais il comprend les objections des astronomes, surtout des calculateurs d'éphémérides.

M. le prof. Newcomb, de Washington, représentant éminent de cette catégorie de savants vient défendre énergiquement le *statu quo*. Depuis deux cents ans et plus, dit-il, les astronomes comptent le temps à leur guise, sans faire tort à personne et toujours disposés à le traduire en temps civil pour qui vient leur demander des renseignements quelconques. Changer leurs habitudes entraînerait une confusion inextricable dans toute la littérature de leur science et ferait courir mainte chance d'erreur dans les recherches d'ordres divers auxquelles ils sont appelés.

M. le prof. E. Weiss défend la même thèse ; il se demande à qui profiterait le sacrifice imposé aux astronomes,

et ne le découvre pas. Il serait pourtant raisonnable d'être éclairé à ce sujet. L'observateur se réfère toujours au méridien du lieu où il opère, qu'il compte en temps moyen, en temps vrai ou en temps sidéral. Il n'est pas question dans ce domaine de l'unification des méridiens. Jusqu'en éternité, on observera les étoiles la nuit, et il serait gênant d'avoir à changer de quantième au milieu de toute série d'observations s'étendant au delà de minuit.

M. le prof. Safarik, de Prague, insiste sur l'idée du sacrifice imposé aux astronomes et constate que ce sacrifice, censé fait au public, n'est nullement réclamé par lui. Pourquoi dès lors s'y soumettre?

M. le prof. Krueger, de Kiel, argue du petit nombre de points communs existant entre l'astronome et le public, pour qu'il y ait lieu de troubler un usage universellement accepté et suivi dans la science. Lorsque les rapports l'exigent, l'astronome saura toujours traduire ses données de façon à les mettre d'accord avec la manière de compter vulgaire.

M. le Dr Dunér, de Lund, trouve aussi le sacrifice trop lourd. Il justifie ses griefs surtout par le fait de la rupture qui s'établirait dans tous les travaux de longue haleine et les documents qui s'y rapportent.

M. le Président énonce son opinion personnelle contre le changement. La question est selon lui du domaine intime de l'astronomie. Si l'usage n'existait pas, on pourrait discuter l'opportunité de faire commencer le jour à midi ou à minuit; mais la coutume subsiste, et toute discontinuité introduite dans son application entraînerait de sérieux inconvénients.

Après s'être ainsi exprimé, M. le président refuse la

parole à M. H.-G. v. d. Sande Bakhuyzen, au moment où celui-ci veut arguer du désir des marins de conserver le compte du jour de midi, appuyant ainsi le vœu des astronomes. Il a été entendu au début que les opinions de ces derniers seuls seraient admises à être développées.

M. le prof. GYLDÈN, de Stockholm, serait disposé à se conformer au vœu exprimé dans la résolution de Washington, malgré les difficultés qui en seraient la conséquence, si l'on se trouvait en présence d'une disposition générale des astronomes à s'y soumettre. Mais cette tendance étant encore loin de se réaliser, il n'y faut pas songer.

M. le prof. TIETJEN appartient à la rédaction du *Berliner-Jahrbuch*, dont la voix imposante s'est déjà publiquement fait entendre comme opposée à toute altération aux usages adoptés dans ses éphémérides. Nul mieux que lui n'apprécie les inconvénients pouvant en résulter ; il déclare toutefois que cette opposition ne persistera pas dans le cas où l'ensemble des astronomes manifesterait le désir de modifier ces usages. Toutefois pas avant l'an 1900, pour ne pas dire avant l'an 2000.

M. le D[r] PECHÜLE, de Copenhague, exprime une opinion conforme à celle de M. Gyldèn. Il reconnaît comme lui la nécessité d'attendre une tendance favorable à la réforme de la part de tous les astronomes.

Enfin, M. le prof. FOLIE, directeur de l'observatoire de Bruxelles, après s'être montré enclin à se prêter au plus tôt à une tentative d'assimiler le jour astronomique au jour civil, reconnaît, sur l'observation du président, que des mesures isolées prises dans ce sens entraîneraient de graves inconvénients. Mais il termine en réclamant,

comme progrès à réaliser sans délai, l'adhésion de tous les savants, de toutes les institutions, à la réforme du calendrier grégorien.

Après cette conversation captivante et suivie avec un intérêt marqué par l'assistance, M. le prof. Mittag-Leffler, de Stockholm, développe les termes d'un programme de mathématiques transcendantes, concernant un prix offert par S. M. le roi Oscar II de Suède. Ce prix sera accordé en janvier 1889 au mémoire qui en aura été jugé digne par un jury composé de trois membres : M. C. Weierstrass, à Berlin, M. Ch. Hermite, à Paris et M. Mittag-Leffler, à Stockholm. Trois questions sont énoncées comme pouvant être traitées par les concurrents. Leur texte est imprimé et mis à la disposition des membres de la Société astronomique. Il a aussi été inséré dans les *Acta Mathematica* de Stockholm.

M. O. Struve présente de belles photographies du grand équatorial dont il est maintenant en jouissance à Poulkowa. Son objectif a été fabriqué par la maison Alvan Clark and sons à New-York ; il a 30 pouces de diamètre : les plus grandes dimensions réalisées jusqu'à aujourd'hui pour un réfracteur. La monture a été exécutée par MM. Repsold, de Hambourg et présente des conditions de maniement très favorables. M. Newcomb, qui vient de faire le voyage de Russie pour expérimenter l'instrument, confirme le témoignage de l'heureux usufruitier du magnifique engin, soit au point de vue de ses qualités optiques, soit à celui de la facilité de son emploi.

M. Tisserand, de l'Institut de France, donne un aperçu concis et élégant d'un récent travail auquel il s'est livré pour analyser le mouvement de rotation de la Terre autour de son centre de gravité. Il montre la possibilité d'in-

tégrer rigoureusement les équations différentielles de ce mouvement par l'emploi des fonctions elliptiques. Il faut pour cela supposer égaux entre eux deux des moments d'inertie principaux du centre de gravité, et remplacer la fonction des forces par sa partie principale, indépendante des excentricités et des inclinaisons.

M. le Dr Ad. Steinheil, de Munich, expose un perfectionnement apporté par lui à la construction de lunettes de Galilée, diminuant notablement les aberrations sphérique et chromatique. Il en produit des échantillons propres à être expérimentés par les membres du Congrès.

M. le prof. Spörer fait un résumé étendu de ses travaux sur les taches du soleil, sur la rotation de l'astre et sur les divers phénomènes perceptibles à sa surface. — Il commence par dénier aux taches le caractère d'entonnoirs qui leur est attribué par la plupart des traités d'astronomie élémentaire. Les apparences correspondant à la disparition des taches au bord occidental du soleil ne peuvent être ainsi expliquées. Lorsqu'une tache est très près de disparaître par le fait du mouvement de rotation, les deux bords latéraux de la pénombre s'évanouissent; le noyau demeure visible avec des fragments de pourtour au nord et au sud, l'ensemble du phénomène présentant un éclat voilé, de telle sorte qu'on a pu confondre le noyau lui-même avec ses entours. Il explique l'apparence par la présence d'une bordure faculaire chaude, entourant la tache, et fournissant un courant ascendant de gaz surchauffés, au travers desquels on aperçoit la tache et qui la rendent plus difficile à discerner; cela d'autant plus qu'elle est plus près du bord. Elle ne demeure d'ailleurs visible que si elle atteint des dimensions assez considérables.

Toutes les taches ne sont pas aptes à fournir des documents propres au calcul de la prétendue parallaxe de

profondeur. Il faut pour cela qu'elles présentent pour les deux périodes d'observation une série satisfaisante et uniforme de positions de chaque côté du milieu du disque. En employant des documents de cette espèce, on est loin d'arriver à des résultats pareils à ceux qui ont été publiés. Toute tentative de dessin de taches expose d'ailleurs à tomber dans de graves illusions.

Pour déterminer l'angle de rotation diurne, l'orateur ne s'est jamais servi que de taches offrant une vitesse angulaire constante pendant deux périodes successives. Au début de l'apparition d'une tache, l'angle de rotation est toujours sensiblement trop grand, et ce caractère ne se présente que dans la partie occidentale d'un groupe. Le mouvement de la partie orientale fournit en revanche des valeurs moindres.

Aux yeux de M. Spörer, l'augmentation notable de vitesse originelle à la partie ouest, c'est-à-dire précédant dans le sens du mouvement, est d'une grande importance et ne peut s'expliquer par des courants superficiels. On doit l'attribuer à l'action d'un courant descendant provenant de régions où la vitesse angulaire linéaire est plus grande. De l'intérieur du globe incandescent émanent des courants surchauffés produisant les régions faculaires beaucoup plus chaudes, au-dessus desquelles peuvent se voir des protubérances rayonnantes. Or, chaque courant ascendant doit en produire un descendant, pour rétablir l'équilibre dans l'atmosphère solaire ; s'il se trouve au-dessus de son domaine des gaz doués d'une plus grande vitesse, ils fourniront un courant descendant, aboutissant principalement du côté des régions occidentales du phénomène.

La journée du vendredi 21 août fut un temps de délassement pour la Société astronomique : elle se passa presque en entier à naviguer sur le lac. Lors de la réunion à Vienne, en 1883, après l'acceptation par l'assemblée de notre invitation, nous avions averti nos confrères du contraste qu'ils rencontreraient, en fait d'installations astronomiques,entre les modestes ressources de notre petite république et les merveilles de la Türken Schanze, au milieu de la grande capitale autrichienne.

Une supériorité du nouveau lieu de rendez-vous avait pu toutefois leur être garantie comme à l'abri de désappointements : une navigation sur le bleu Léman. Nous nous étions permis de leur promettre que l'eau ne manquerait pas pour y voguer, comme cela avait été le cas lors d'une excursion arrangée deux ans plus tôt pour se rendre au pied du Kahlenberg, en empruntant un vapeur faisant le service sur un canal du Danube. Ce jour-là il fut incapable d'y flotter, manque de l'élément nécessaire pour le porter.

Non seulement le niveau de notre lac se trouvait encore, en août, dans sa phase élevée, permettant de constater à l'extrémité orientale le curieux spectacle des flots impétueux, jaunâtres et limoneux du Rhône se précipitant dans l'onde calme de sa nappe azurée, en gagnant immédiatement les parties profondes de la masse liquide; mais, par une faveur de la Providence très appréciée, nous pûmes faire admirer à nos hôtes les effets les plus magiques de lumière solaire sur l'eau célèbre par sa limpidité, baignant les rives côtoyées par notre navire.

Après cet intermède, la Société reprit le 22 au matin la série de ses travaux, toujours dans l'Aula de l'Université.

En premier lieu, affaires de régime intérieur. :

Réception d'un nouveau membre, assistant à la réunion.

Vote à une grande majorité d'une modification aux statuts, proposée par circulaire spéciale du Comité en mai écoulé, éloquemment défendue par Messieurs le secrétaire Schönfeld et le trésorier Bruns dans la séance du 19 août, et élevant de 50 marks la finance à payer par un membre nouveau ou ancien, pour se libérer sa vie durant des contributions annuelles.

Vote à la presque unanimité en faveur de Kiel pour lieu de réunion de la Société astronomique en 1887 ; vote accepté par M. le prof. Krueger, directeur de l'Observatoire de cette ville et pour lequel il témoigne sa satisfaction à ses collègues.

Réélection, quasi-unanime aussi, des quatre membres du Comité devant sortir de charge, en sorte que la direction de la Société demeure confiée aux mêmes mains, avec la même répartition de fonctions, que pendant les deux ans écoulés.

Passant ensuite aux communications scientifiques, l'assemblée entend successivement :

M. le prof. GYLDÈN parlant de recherches faites par un de ses assistants, M. le Dr F. HARZER, sur l'orbite de la planète Hécube et sur l'ensemble du groupe des astéroïdes. Suivant une méthode indiquée par son directeur, M. Harzer a calculé la courbe décrite par Hécube sous l'action du Soleil et de Jupiter sans s'astreindre aux lois de Kepler. Cette courbe se trouve ne pas être rigoureusement une ellipse. — Une statistique des astéroïdes dressée également par M. Harzer, d'après l'ordre de la valeur de leurs moyens mouvements, confirme les résultats indiqués en premier lieu par Kirkwood et étudiés par Horn-

stein, savoir : que leurs orbites se classent par groupes séparés, aux distances où les moyens mouvements sont commensurables avec celui de Jupiter, dans des rapports simples tels que 3, $^5/_2$, 2, etc.

M. le prof. NEWCOMB rend compte des vastes calculs qu'il fait exécuter pour la revue générale de la théorie des grandes planètes. C'est une revision fondée sur la comparaison d'un nombre considérable d'observations anciennes et nouvelles avec les tables de Le Verrier, pour arriver à une approximation supérieure à celle obtenue par le grand astronome, en tenant compte de termes d'ordres plus élevés, négligés jusqu'à ce jour.

M. le prof. H. G. v. d. SANDE BAKHUYZEN présente un mémoire qu'il vient de publier sur la planète Mars. Il a pu se servir, pour en étudier le mouvement de rotation et les apparences, de dessins remontant jusqu'à l'époque de Huygens. En apportant une légère correction à la période admise pour faire concorder les diverses séries de positions observées des taches, il arrive à la valeur de 24 h. 37^m 22^s 66 pour la durée de rotation de la planète. Il a constaté certains changements survenus à sa surface en comparant les dessins de Schröter et de W. Herschel avec ceux de l'époque actuelle, en sorte que l'hypothèse de portions liquides existant sur le globe de Mars acquiert un haut degré de vraisemblance.

M. le Dr G. MÜLLER, de Potsdam, parle des instruments divers employés aujourd'hui pour l'étude photométrique des étoiles. Les trois principaux sont : le photomètre de Zöllner, celui de Pickering et celui de Pritchard. Dans le premier, la lumière d'une étoile est comparée à celle d'une étoile artificielle dont on fait varier l'éclat par l'emploi de deux prismes de Nicol mobiles l'un par rapport à

l'autre; c'est celui dont se sert M. Th. Wolf, de Bonn, depuis de nombreuses années; dans le second, toutes les étoiles sont observées à leur passage au méridien et rapportées quant à leur éclat à celui de la polaire; dans le troisième on se sert, pour estimer ces degrés divers d'éclat, d'un morceau de verre de teinte neutre, taillé en forme de coin allongé et dont on mesure le degré d'avancement à l'instant où l'étoile disparaît à la vision.

Les résultats obtenus par ces divers procédés ne concordent pas jusqu'ici d'une manière satisfaisante et dépendent probablement beaucoup de la personnalité de l'observateur. Il serait utile de voir chacun de ces savants se servir des trois procédés indiqués. De grands progrès sont encore à réaliser dans l'ensemble de ces recherches; il y a aussi à les étendre aux étoiles variables et aux planètes. M. Müller a constaté lui-même des éclats variables, par exemple dans les apparences de la planète Pallas; nouveau champ intéressant d'investigations.

M. le prof. Seeliger signale une défectuosité théorique et pratique découverte par lui dans la loi de Lambert concernant l'émission et la réflexion de la lumière par des surfaces éclairées. Il prépare une publication qui donnera prochainement l'exposé motivé et détaillé de sa critique.

Enfin, M. le prof. Weiss présente à l'assemblée le manuscrit près d'être terminé d'un catalogue d'étoiles, qui sera publié par ses soins sous le nom de *Catalogue de Genève.* Il renfermera les positions d'environ 4500 étoiles, dont une portion notable d'australes, observées dans notre ville, de 1841 à 1852, sous la direction de E. Plantamour et imprimées dans les mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle. M. Weiss en a

entrepris une revision définitive et leur donne une forme qui les rendra d'un usage pratique, à la portée des astronomes.

Après cette communication, la séance, dernière du onzième congrès de la Société astronomique, se termine par un témoignage de satisfaction exprimé de la façon la plus aimable par M. le Président, à l'adresse des astronomes genevois, pour l'accueil qui a été fait aux participants à l'assemblée dans notre ville.

Ce témoignage émanant d'une bouche aussi autorisée et appuyé avec tant d'amicale bienveillance par tous les membres du Congrès nous a été infiniment précieux. Nous n'oublierons jamais le grand honneur qui nous a été accordé de recevoir à Genève la Société astronomique. Nous avons eu à déplorer quelques vides sensibles dans les rangs de nos hôtes : nos collègues de la Suisse, ceux d'Italie, notre ami M. N. Lockyer qui nous avait fait espérer sa présence, et le huitième membre du comité, M. Th. v. Oppolzer, dont l'absence a été vivement ressentie.

Nos regrets personnels se reportaient aussi d'une façon intense vers nos prédécesseurs, tout récemment enlevés à la science et à notre respect : Émile Plantamour, en 1882, après avoir dirigé notre observatoire pendant quarante-trois ans; Alfred Gautier, notre oncle vénéré, à la fin de 1881, qui avait fondé cet observatoire en 1830, et qui aurait eu tant de joie à faire accueil à Genève, de concert avec ses neveux, à une réunion d'astronomes aussi remarquable.

Quoique en nombre inférieur à notre espérance, l'assemblée représentait en effet une somme imposante d'illustrations scientifiques, venant d'Amérique, d'Angleterre, de France, d'Allemagne, des Pays-Bas, de Belgique, d'Au-

triche, de Suède, du Danemark, de Russie et de Grèce. Tous les membres du congrès, et parmi eux plusieurs en société d'aimables compagnes dont la présence embellissait la réunion, ont bien voulu se montrer heureux de leur séjour en Suisse. Nous conservons, pour notre part, un souvenir vivant de leur visite, ne lui découvrant qu'un seul grave défaut, celui de son extrême brièveté.

DE

L'INFLUENCE DES VARIATIONS

DU MILIEU PHYSICO-CHIMIQUE

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ANIMAUX

PAR

M. Émile YUNG

Professeur suppléant à l'Université de Genève [1].

I

Influence du nombre des individus contenus dans un même vase sur le développement des larves de grenouille.

Dans les expériences relatives à l'influence des variations du milieu physico-chimique sur le développement des animaux aquatiques, que je poursuis depuis plusieurs années, j'ai eu bien des fois l'occasion de constater combien il était nécessaire de ne comparer entre eux que des individus placés en nombre égal dans un même volume d'eau, contenue dans des vases de même forme. C'est là, en effet, l'origine des désaccords fréquemment constatés dans les résultats expérimentaux. On ne saurait jamais trop égaliser toutes les conditions dans lesquelles se font des expériences comparatives.

[1] Voir les mémoires précédents. *Archives des sc. phys. et nat.*, 1879, t. I, p. 209 ; 1882, t. VII, p. 225.

Si, au début de l'expérience, le nombre des individus est le même dans tous les vases, la mortalité frappant à des degrés divers dans les différents vases, cette égalité ne se maintient pas longtemps. C'est pourquoi on est obligé de s'adresser tout de suite à un nombre suffisant d'individus pour pouvoir, sans faire cesser l'expérience, maintenir l'égalité en enlevant des individus dans les vases épargnés par la mort, jusqu'à ce que leur nombre soit le même que celui des individus dans le vase qu'elle frappe le plus.

Dans ses recherches sur la croissance de *Lymnæus stagnalis*, Carl Semper [1], avait déjà noté l'influence qu'exerce, sur la rapidité d'accroissement, la quantité d'eau attribuée à chaque individu Lymnée, influence si grande, que l'éminent professeur de Würzbourg avait cru devoir recourir à une hypothèse pour l'expliquer. Il suppose qu'il existe dans l'eau une substance active, encore inconnue, qui favoriserait le développement des animaux. Mentionnant ce fait dans mon Mémoire, relatif à l'influence des différentes qualités d'aliments sur le développement de la Grenouille (*Archives*, t. VII), j'ai cité une seule expérience dans laquelle, comparant deux vases dont — toutes choses égales d'ailleurs — l'un renfermait 25 têtards et l'autre 100; je n'avais pas constaté de différence bien sensible dans la durée de leur développement, et je me suis autorisé de ce résultat pour négliger de faire disparaître les petites inégalités dans le nombre des têtards de tous les autres vases.

Je ne pense pas encore aujourd'hui que ces différences

[1] C. Semper, Ueber die Wachsthums-Bedingungen des Lymneus stagnalis. *Arbeiten aus dem. Zool-zoot. Institut zu Würzburg*, 1874, t. I.

légères puissent infirmer les conclusions générales auxquelles je suis arrivé, et les variations de croissance que j'ai signalées sont bien dues à la qualité de la nourriture que recevaient les têtards. Toutefois, ainsi qu'on va en juger, les différences ne sont pas tout à fait minimes aussitôt que les rapports entre le nombre des individus atteint un certain chiffre, il faudra donc en tenir compte dans les expériences ultérieures.

Voici comment j'ai opéré :

Je plaçai le 29 mars de tout jeunes têtards frères, qui venaient d'éclore dans un bassin du laboratoire, dans deux vases renfermant chacun 4 litres d'eau, qui fut renouvelée tous les jours ou tous les deux jours pendant la durée de l'expérience.

Toutes les conditions physiques étaient identiques dans les deux vases. On eut soin, en particulier, de maintenir dans chacun d'eux une même qualité de nourriture, dont la quantité était d'ailleurs toujours en surabondance. Seulement le nombre des individus étant 1 dans le vase A, il fut porté à 8 dans le vase B. (Au début de l'expérience il y avait 25 individus en A, et 200 individus en B. A la fin, la mortalité ayant frappé le vase B surtout, auquel on égalisa toujours le vase A, il ne restait que 13 têtards en A et 104 en B.)

Les mensurations faites chaque semaine de la longueur et de la largeur des têtards, dans les deux vases, permirent de constater dès le premier mois une différence dans la croissance des têtards. Ceux du vase B demeuraient plus petits que ceux du vase A, et cette différence s'accentua toujours plus, à mesure que les jeunes s'approchaient de leur métamorphose finale. J'ajouterai que les chiffres en millimètres (qu'il me semble superflu de rapporter ici)

indiquent d'ailleurs la régularité de la croissance dans les deux vases. Voici seulement les époques des transformations.

Le 17 mai, apparition des pattes postérieures dans le vase A.

Le 14 juin, seulement, apparition des pattes postérieures dans le vase B, alors que la plupart des têtards du vase A ont déjà leurs deux paires de pattes.

Le 1er juin, apparition des pattes antérieures dans le vase A.

Le 28 juin, apparition des pattes antérieures dans le vase B, alors que trois petites grenouilles complètement transformées s'ébattent déjà dans le vase A.

Enfin la première petite grenouille apparaît le 25 juin dans le vase A, et le dernier individu transformé l'a été le 17 juillet; tandis que dans le vase B les têtards n'eurent résorbé leur queue et ne sortirent de l'eau complètement transformés qu'à partir du 18 juillet. Le 30 août, époque à laquelle l'expérience fut interrompue, 4 survivants possédaient encore leur queue.

J'ai fait de la même manière trois autres séries d'expériences disposées comme la précédente et dont les résultats ont été les mêmes. La moyenne des quatre expériences, dans lesquelles le nombre des têtards dans chaque vase était dans le rapport de 1 à 8, a été une différence de 19 jours dans l'apparition des jeunes grenouilles.

D'ailleurs, j'ai trouvé que lorsqu'on augmente la différence du nombre, qu'on le fait par exemple de 1 à 16 (25 : 400), le retard de croissance s'accentue. C'est ainsi que cette année, j'ai obtenu dans 4 litres d'eau des grenouilles dans un vase C renfermant 25 têtards, dès le 8me jour, tandis que dans un vase D, contenant 400 tê-

tards, les premières grenouilles ne se montrèrent qu'à partir du 117[me] jour.

On voit que ce ne sont pas là des quantités négligeables; il est vrai que, si on opère sur un très petit nombre de têtards, de 2, 8 ou 16, par exemple, les différences ne sont pas aussi sensibles. En somme, cependant, nous pouvons conclure : que la durée du développement des larves de grenouilles est d'autant plus longue que leur nombre est plus grand dans une même quantité d'eau, la nourriture étant d'ailleurs en surabondance.

II

Influence de la forme du vase sur le développement des larves de grenouilles

L'hypothèse de Semper, rappelée plus haut, de l'existence dans l'eau ordinaire d'une substance encore inconnue qui pourrait accélérer la croissance des animaux qui y vivent, me paraît inutile pour expliquer les faits qu'il rapporte.

Si on place un même nombre de têtards dans une même quantité d'eau, ils s'y développent inégalement vite lorsque les vases n'ont pas la même surface d'aération.

J'ai fait usage de trois vases cylindriques renfermant chacun un litre d'eau renouvelée chaque jour.

Le vase A mesurait $0^m,07$ de diamètre et l'eau s'y élevait à $0^m,30$.

Le vase B avait un diamètre de 0,11, et la hauteur de la colonne liquide y était de $0^m,13$.

Le vase C avait un diamètre de 0m,145 et l'eau s'y élevait à 0m,065.

25 têtards frères, fraîchement éclos (ponte du 27 mars), furent placés dans chacun de ces vases le 1er avril. Ils y reçurent la même qualité de nourriture en surabondance et se développèrent inégalement.

Dès le premier mois, la moyenne des dimensions des têtards du vase C était plus grande que celle des têtards du vase A. Et ces différences se maintinrent en s'accentuant jusqu'à l'époque des transformations.

Voici pour en donner une idée quelques chiffres obtenus le 15 mai :

	Vase A.		Vase B.		Vase C.	
	Longueur.	Largeur.	Longueur.	Largeur.	Longueur.	Largeur.
	30mm	6,5	34mm	8	36mm	8
	26	6	33	7,5	38	8,5
	24	6	37	8	44	9
	29	6,5	31	7,5	42	9
	22	5,75	36	8	46	9,5
Total....	131	30,75	171	39,0	206	44,0
Moyenne	26,2	6,15	34,2	7,8	41,2	8,8

Les phases évolutives eurent lieu en conservant toujours à peu près ces mêmes relations.

La première petite grenouille complètement transformée apparut dans le vase C le 18 juin et les transformations se continuèrent dans ce vase jusqu'au 4 juillet.

La première grenouille se montra dans le vase B, le 29 juin et la dernière le 22 juillet.

La première grenouille du vase A, apparut le 4 août seulement, et à la fin d'août, au moment où l'expérience fut interrompue, il y avait encore dans ce vase 2 têtards non encore transformés. Il faut ajouter que la mortalité a

été plus grande dans le vase A, que dans les autres et qu'au 1er juin, il ne restait plus dans chaque vase que 10 têtards. Le vase A en ayant perdu 15, on retirait au fur et à mesure des individus dans les autres vases afin de maintenir l'égalité du nombre.

Cette expérience a été trois fois répétée, les résultats furent semblables. Il en résulte qu'en moyenne les grenouilles complètement transformées précèdent d'un peu plus d'un mois dans le vase à large surface d'aération, celles qui se développent dans le vase le plus étroit.

La moyenne de la durée totale du développement des larves étant de 3 mois dans le vase C, elle est de 4 $^1/_2$ mois dans le vase A.

Il est bien évident que dans ces expériences, les inégalités ne sont pas dues à la consommation d'une substance inconnue renfermée dans l'eau, puisque chaque larve disposait d'une même quantité d'eau dans chaque vase; elle a sans doute pour cause (pour une forte part du moins) la plus grande quantité d'air qui est à la portée de chaque têtard à la surface des vases les plus largement ouverts.

Mais il faudra probablement aussi tenir compte dans l'interprétation définitive des résultats du fait que la nourriture étant placée au fond de chaque vase, les habitants de ceux-ci sont partiellement soumis à une pression plus forte dans le vase A, dont la hauteur de la colonne liquide est environ cinq fois plus grande que dans le vase C, et y ont également un plus long chemin vertical à parcourir de leur prise d'air à leur prise d'aliments solides.

Les expériences que je poursuis sur l'influence de la pression sur le développement ne sont pas encore suffisamment avancées pour me permettre de dire dans quel sens cet élément a pu influer sur le résultat.

III

Influence du mode d'alimentation des têtards sur la sexualité des grenouilles.

J'ai déjà consigné dans ce recueil, les singuliers résultats que l'on obtient au point de vue de la sexualité en nourrissant des têtards non pas avec des aliments mixtes, tels qu'ils en rencontrent dans la vase des marais où ils vivent ordinairement, mais triés et choisis d'une manière spéciale ainsi qu'il a été relaté dans mon Mémoire sur l'influence de la qualité des aliments.

On peut aujourd'hui obtenir à volonté d'une même ponte de grenouille des individus mâles et femelles en proportion à peu près égale ou bien des individus femelles en proportion beaucoup plus grande que les individus mâles. Il suffit dans le premier cas d'élever les têtards dans les conditions que leur offre la nature ; dans le second au contraire, il faut les placer à portée d'un excès de nourriture, leur donner à manger des aliments plus réconfortants, de la viande en surabondance, ou même de la viande exclusivement.

Une troisième alternative, celle dans laquelle on désirerait obtenir une surabondance de mâles, n'est pas encore à notre portée. Du moins les tentatives faites dans cette direction n'ont pas donné des résultats suffisamments probants.

On a beaucoup discuté *a priori* sur l'origine des sexes, quelques auteurs ont aussi abordé la question, expérimentalement. Je ferai l'historique complet de cet important problème dans un mémoire ultérieur, lorsque je pourrai

l'envisager dans son ensemble. Il n'est pas aussi simple qu'il le paraît au premier abord. Il semble même dans l'état actuel de nos connaissances qu'il serait plus juste de parler *des causes* que *de la cause* de la sexualité. Il est possible en effet que tout en étant soumise à une influence générale dans toute la série des animaux ; la sexualité subisse dans certains groupes des influences spéciales en harmonie avec les conditions d'existence de ces groupes. C'est ainsi que depuis les observations de Dzierzon, Siebold, Leuckart, Berlepsch, etc., nous savons que la fécondation ou la non-fécondation de l'œuf joue un rôle fondamental dans la sexualité des Abeilles ; les œufs non fécondés donnant toujours naissance à des individus mâles ; mais nous savons en même temps que les œufs fécondés ne donnent naissance à des femelles fécondes qu'à la condition que les larves qui en sont issues soient abondamment nourries ce qui n'est le cas que du très petit nombre. Influence de la fécondation, influence de la nutrition.

D'autre part, dans le mémoire très remarqué de M. le prof. Thury sur la *Loi de production des sexes,* ce savant attribue la sexualité de l'œuf à son degré de maturité au moment de la fécondation. « L'œuf incomplètement développé, dit-il, s'il reçoit la fécondation donne une femelle ; l'œuf parfaitement mûr s'il est fécondé donne un mâle. Chez les Gallinacés, où la ponte est modérée, les derniers œufs qui se détachent de l'ovaire sont les plus mûrs et donnent des mâles. » Les conclusions de M. Thury reposent surtout sur des observations faites anciennement sur les plantes, et plus récemment sur des Vertébrés supérieurs. Il incline à admettre que chez ces êtres, le moment décisif pour la sexualité précède la fécondation.

Enfin dans ces dernières années M. le Dr G. Born à Breslau publia le résultat d'une expérience que nous allons résumer, à cause de son importance.

Des œufs, comparables entre eux, de la *Rana fusca*, furent placés au nombre de 300 à 500, dans une série de 21 aquariums et exposés à différentes conditions d'alimentation.

Les quatorze premiers aquariums furent placés à l'ombre sur une fenêtre; les sept autres au jardin, recevaient du soleil pendant une partie de la journée.

L'aquarium n° VI était chauffé au bain-marie à une température de 20°C (température constante). Les larves s'y développèrent, comme on pouvait s'y attendre, plus rapidement et s'y transformèrent les premières en grenouilles.

Quant à la nourriture, les larves reçurent une alimentation végétale (lentilles d'eau). Dans tous les autres vases, elles reçurent en outre de la nourriture animale consistant en larves de grenouilles et de Pelobates hâchées et le plus souvent en fragments de chair de grenouille adulte déjà un peu décomposée.

L'auteur insiste sur ce fait important que ni l'un, ni l'autre de ces régimes n'était tout à fait naturel, attendu que dans la nature l'alimentation des jeunes têtards consiste dans la vase qui constitue le fond des marais, c'est-à-dire une agglomération d'infusoires, de rotifères, d'algues, etc. qui se retrouvent ordinairement dans l'intestin des têtards. Cette sorte de nourriture mêlée manquait dans les expériences de M. Born.

Dans ces circonstances les larves se sont développées moins rapidement qu'en liberté.

Une fois le développement terminé, les jeunes gre-

nouilles ont pris leurs quatre membres et perdu leur queue, elles étaient tuées et conservées dans l'alcool ; puis on examina leurs organes génitaux. Pour cela, après avoir fendu la cavité abdominale et soulevé l'intestin, M. Born détachait avec des pinces les reins et avec eux les glandes génitales puis les examinait sous le microscope à la lumière directe.

La détermination n'est pas toujours facile. Voici d'après le naturaliste de Breslau, les caractères distinctifs des mâles et des femelles.

L'ovaire est plus grand que le testicule, sa longueur est plus de la moitié de la longueur du rein, de même pour sa largeur ; son extrémité émoussée va au delà des reins en avant ; les contours en sont irrégulièrement frangés ; mais la marque principale, c'est que la superficie de la glande est couverte de taches rondes, transparentes, séparées par des lignes blanches et que M. Born compare à des taches d'eau (Wasserflecken). Au centre de ces taches, on aperçoit un petit point blanc (le nucléus).

Quant aux testicules, ils sont cinq ou six fois plus courts, étroits, ovalaires, comprimés latéralement, à contours nettement arrondis, un peu pointus vers le pôle aboral. A leur surface, on aperçoit des taches blanches, ovalaires, entassées l'une près de l'autre. Sous le microscope, ces taches se montrent remplies de spermatogones.

Il se présente souvent des cas où, malgré ces caractères, la détermination n'est pas facile. Il faut alors recourir à la méthode des coupes.

En opérant ainsi, M. Born est arrivé à dresser le tableau comparatif de chacun de ses vases, duquel il résulte que, par une alimentation artificielle, on multiplie considérablement le nombre des individus femelles.

« Ce résultat si remarquable, dit M. Born, ne doit être attribué ni à l'âge des parents (comme l'auteur l'avait supposé tout d'abord), ni à la température, ni au nombre des larves mises en expérience, mais à un facteur qui agissait également avec une telle énergie dans tous les aquariums, qu'il paralysait toutes les autres influences. Ce facteur était la nourriture anormale que recevaient les têtards [1]. »

On remarque en effet dans son tableau que l'aquarium XVII, dans lequel un peu de vase avait été accidentellement introduite, le nombre des mâles atteignit précisément la proportion de 28 pour 100 ; alors que dans les autres elle varie de 0 à 7 pour 100.

Or, c'est précisément à de telles conclusions que je suis arrivé dans mon mémoire de 1882, ce sont elles aussi qui ressortent des expériences que j'ai faites depuis.

Ces conclusions paraissent conduire à considérer l'œuf fécondé comme non encore sexué et à admettre au contraire que ce n'est qu'à une certaine époque du développement embryonnaire que la glande génitale primitivement hermaphrodite ou neutre devient unisexuée par la multiplication exclusive de cellules d'une même nature et l'arrêt de multiplication des cellules de nature opposée.

Après avoir résumé les recherches de Waldeyer, Semper, etc., sur l'origine des produits sexuels chez les animaux vertébrés, M. Balbiani conclut : « L'état hermaphrodite, mâle et femelle, de l'embryon est donc maintenant un fait acquis à la science [2]. » Kölliker s'exprime de la

[1] G. Born, Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede. *Breslauer ärztliche Zeitschrift*, 1881, n° 3 ff.

[2] Balbiani, *Leçons sur la génération des Vertébrés.* Paris, 1879, p. 12.

manière suivante dans son traité classique d'embryologie : « Sur le côté interne et antérieur des corps de Wolff, en rapport intime avec eux, naît la glande génitale (testicule ou ovaire), celle-ci autant qu'on sait est *absolument la même* dans les deux sexes [1]. »

Enfin, les faits rapportés par Balfour dans son traité d'embryologie, surtout en ce qui concerne les Vertébrés, se résument dans cette phrase : « Tout d'abord, il est impossible de distinguer les cellules germinatives qui deviendront des œufs de celles qui donneront naissance à des spermatozoïdes [2]. »

Il y a donc régulièrement un moment de la vie où l'embryon du Vertébré non encore sexué est poussé pour ainsi dire à produire dans son épithélium germinatif, des œufs ou des cellules spermatiques qui caractériseront dès lors sa glande génitale comme ovaire ou comme testicule.

La cause qui décide la spécialisation dans un sens ou dans l'autre est-elle beaucoup *antérieure* à l'époque où cette spécialisation s'effectue ?

Les expériences de M. le prof. Thury le feraient admettre. Ou bien la cause réside-t-elle dans les conditions nutritives de l'embryon *au moment même* où son épithélium germinatif commence sa période d'activité? Les expériences de Born et les miennes autoriseraient à admettre cette seconde alternative.

Nous ne pouvons aujourd'hui nous ranger d'une façon exclusive à l'une ou l'autre de ces manières de voir, et nous devons convenir que, dans l'état actuel de la science,

[1] Kölliker, *Embryologie*, trad. de Aimé Schneider. Paris, 1882, p. 997.

[2] F. Balfour, *Traité d'embryologie et d'organogénie comparées*, trad. par Robin et Mocquard. Paris, 1885, t. II, p. 687.

des causes multiples paraissent agir dans la détermination du sexe.

On admet généralement qu'il n'existe pas de différences fondamentales entre les divers procédés de reproduction que nous offrent les animaux, et que ces procédés procèdent les uns des autres par évolution progressive. Dans une leçon sur ce sujet, M. J. Le Conte a montré [1] comment l'état sexué peut être provenu de l'état asexué, et personne ne met en doute que dans l'état sexué, l'hermaphroditisme ne soit inférieur à l'unisexualité. Or, il est infiniment probable que, dans les temps géologiques, les êtres unisexués sont descendus d'ancêtres hermaphrodites, c'est-à-dire que les animaux actuels dont la glande génitale ne produit que des œufs ou des cellules spermatiques, ont eu pour ancêtres des animaux dont la même glande produisait en même temps les deux sortes de cellules reproductrices.

Ne peut-il pas s'être fait que, sous l'influence de telles ou telles conditions nutritives, que l'expérience précisera peut-être un jour, et qui se sont manifestées dans le cours de leur développement phylogénique, des individus de certains groupes zoologiques, d'abord tous semblables et tous hermaphrodites, se soient peu à peu différenciés, les uns en mûrissant plus tôt la portion mâle de leur glande hermaphrodite; les autres la portion femelle?

N'assistons-nous pas de nos jours à un tel phénomène? Ne voyons-nous pas des animaux, appartenant à différentes classes, qui, tout en étant hermaphrodites, témoignent une tendance vers la spécialisation sexuelle en fonctionnant les uns comme mâles, les autres comme femelles, et

[1] J. Le Conte, L'origine des sexes. *Revue scientifique*, 1880, 2me sér., t. XVIII, p. 770.

se perfectionnent manifestement en divisant ainsi leur travail physiologique ? Il est certain que chez eux la portion de la glande qui ne mûrit pas ou ne mûrit que tardivement, est la moins bien nourrie, ce qui permet de rattacher ce fait au processus nutritif général. Nous pouvons dès lors considérer un ovaire comme une glande hermaphrodite dont la portion testiculaire s'est atrophiée sous l'influence de conditions nutritives indéterminées et inversement un testicule comme le résultat du développement exclusif de la portion mâle d'une glande primitivement hermaphodite.

L'état hermaphrodite par lequel passent les embryons des animaux unisexués, ne serait alors qu'un exemple de plus à l'appui de la loi biogénétique qui veut que le développement ontogénique soit la répétition abrégée du développement phylogénique, et les cas d'hermaphroditisme que l'on a constatés dans toutes les classes des animaux vertébrés, particulièrement chez les Poissons et les Amphibiens, devraient être expliqués par l'atavisme.

On me permettra de ne pas insister davantage sur des considérations qui, pour le moment, sont encore grandement hypothétiques, mais auxquelles cependant on ne peut refuser une certaine signification dans la question qui nous occupe.

Si l'on examine le sexe de 100 larves de *Rana esculenta*, prises au hasard dans un marais aux mois de juin ou de juillet, époque à laquelle les têtards achèvent leurs métamorphoses, on rencontre à peu près autant de mâles que de femelles, ces dernières étant cependant toujours un peu plus nombreuses. Voici à cet égard trois observations portant sur 3 lots de 100 têtards, puisés dans des marais différents.

	♂	♀
A	46	54
B	39	61
C	44	56

Ainsi que je l'ai dit plus haut, la détermination n'est pas facile, c'est pourquoi j'ai dû compléter mes centaines avec des individus dont les glandes étaient suffisamment développées pour ne laisser aucun doute.

Si au contraire on entretient les larves au laboratoire dans des vases où elles reçoivent les soins nécessaires, et qu'après un régime végétal de 10 à 20 jours après l'éclosion, on les nourrisse avec de la viande, on obtient une proportion beaucoup plus forte de femelles. Voici les chiffres obtenus dans trois nouvelles séries d'expériences : Sur 100 têtards transformés dans le courant de juin-juillet :

Viande de grenouille.		Viande de poisson.		Viande de bœuf.	
♂	♀	♂	♀	♂	♀
8	92	19	81	22	78

Ces chiffres me paraissent permettre d'annuler les réserves par lesquelles je terminais mon mémoire de 1882.

IV

Influence de l'eau salée sur le développement des larves de grenouille.

L'influence de l'eau de mer sur les animaux d'eau douce et vice versa a été étudiée par plusieurs expérimen-

tateurs, parmi lesquels MM. Félix Plateau [1] et Paul Bert [2] surtout, ont envisagé la question à un point de vue général. On trouvera dans le mémoire de M. Plateau l'historique des mémoires publiés jusqu'alors. Nous ne rappellerons pour le moment que les résultats qui ont été obtenus sur les larves de grenouilles. Un têtard plongé dans de l'eau de mer y meurt ratatiné au bout de 3 à 40 minutes, selon son âge et les œufs embryonnés n'y éclosent pas. M. Paul Bert a montré que cette mort est le résultat d'une véritable dessication, d'une action exosmotique s'effectuant sur toute la surface du corps. « Chez les animaux sans mucus, dit-il, comme les grenouilles, les têtards, etc., l'exosmose a pour conséquence une dessication de l'animal qui périt après avoir perdu un quart à un tiers de son poids. On peut draîner et tuer une grenouille en plongeant simplement une de ses pattes dans l'eau de mer. Ainsi une anguille adulte, bien intacte, vit très longtemps dans l'eau de mer, mais pour peu qu'on ait essuyé sur quelques points du corps le mucus qui la revêt, elle périt en quelques heures. »

J'ai toujours remarqué, en effet, que les têtards tués de cette manière étaient extraordinairement ratatinés.

D'autre part, il paraît suffisamment établi par les travaux précités, confirmés d'ailleurs par M. H. de Varigny [3],

[1] F. Plateau, Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques. Mémoire couronné de l'Académie royale de Belgique, 1870, t. XXXVI, et une Note résumant ce mémoire dans *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 1883, t. XCVII, p. 467.

[2] Paul Bert, Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1871, p. 381 et 464.

[3] H. de Varigny, Influence exercée par les principes contenus dans l'eau de mer sur le développement d'animaux d'eau douce. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1883, t. XCVII, p. 54.

que le chlorure de sodium est, parmi les sels que renferme l'eau de mer, celui qui est le plus nuisible aux animaux d'eau douce, et que, d'une manière générale, les chlorures sont beaucoup plus délétères que les sulfates dont l'action peut être considérée comme nulle. J'ai eu l'occasion de constater aussi que les têtards de grenouille meurent plus rapidement dans une solution de chlorure de sodium de même densité que l'eau de mer, que dans un même volume de cette dernière. Il en est de même du chlorure de magnésium, quoique celui-ci soit un peu moins actif. Les résultats favorables au premier de ces sels, tels qu'ils ont été publiés par M. de Varigny, proviennent sans doute de ce que cet expérimentateur s'est servi, dans un cas, de solution renfermant 3 gr., 5 et 4 gr. de chlorure de magnésium par litre d'eau, et dans l'autre cas de solutions de 20 à 25 gr. de chlorure de sodium.

Ces différents faits m'ont engagé à étudier, non l'action de tel ou tel sel marin pris isolément sur le développement de la grenouille, mais *des sels de l'eau de mer pris dans leur ensemble*. Pour cela j'ai évaporé à siccité une quantité suffisante d'eau de la Méditerranée et j'ai employé le résidu pour la fabrication aux doses voulues des milieux expérimentaux, auxquels les têtards étaient soumis.

Les Batraciens sont particulièrement propices à des expériences de cette nature, ils se rencontrent un peu partout ; les pontes, issues d'une même mère et fécondées par un même père, donnent naissance à des jeunes qui, apportant au monde une même somme d'influences héréditaires, et étant en grand nombre, permettent d'établir des comparaisons précises ; enfin, par le fait qu'ils constituent dans notre époque géologique un groupe à peu près

exclusivement d'eau douce, il serait fort intéressant de constater chez ces animaux les modifications produites par l'eau salée. J'insiste particulièrement sur ce dernier point qui pourrait être étudié seulement dans certaines occasions, à portée de lagunes ou marais salants, par exemple, car dans le laboratoire il n'est pas possible d'élever les grenouilles durant plusieurs générations.

On sait que l'eau de la Méditerranée contient environ 4 pour 100 de sels. Les œufs de grenouille déjà embryonnés n'y éclosent pas et, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, les têtards y meurent dans un temps très court, ne dépassant pas une heure.

Dans une solution de *sels marins* à 1 pour 100, un têtard meurt au bout de quelques heures (j'ai vu une seule fois un gros têtard de 2 $^1/_2$ mois résister plus de 24 heures, la moyenne est de 4 à 8 heures pour des têtards de 2 mois), toutefois il s'y adapte si on l'y prépare par un séjour dans une série de solutions à 2, 4, 6, 8 pour 1000.

Mais je n'ai pas réussi à obtenir le développement complet de têtards dans des solutions supérieures à 1 pour 100 de sels marins, alors même qu'ils y avaient été préparés par un séjour dans des solutions plus faibles. Aux doses de 11, 12, ... 20 pour 1000, ces sels tuent plus ou moins rapidement les têtards. Jusqu'à la dose de 15 pour 1000, on obtient encore des éclosions, mais les jeunes ne tardent pas à mourir ratatinés.

J'ai suivi le développement de têtards frères, placés en nombre égal (50) vingt-quatre heures après la ponte dans une série de vases renfermant 2 litres d'eau douce et d'eau contenant 2, 4, 6 et 8 pour 1000 de sels marins. Les conditions de nourriture, d'éclairage, de surface

d'aération, etc., étaient identiques pour tous les vases. La température dont M. Paul Bert a reconnu l'influence dans ses expériences où il a vu les animaux résister d'autant plus longtemps qu'elle était plus basse, la température oscillait entre 12 et 18 degrés.

Deux autres vases, contenant des solutions à 10 et 12 pour 1000 ne m'ont fourni que des résultats négatifs et cela dans trois séries d'expériences. Il est vrai que dans un cas j'ai obtenu la transformation complète de 4 têtards (sur 50) dans une solution à 10 pour 1000, mais ils y avaient été progressivement amenés et avaient passé les deux premiers mois de leur vie dans des solutions inférieures à 8 pour 1000.

Dans les conditions et aux doses de sels que je viens d'indiquer, j'ai toujours vu les têtards se développer d'autant plus lentement que la solution était plus concentrée. La première petite grenouille est apparue, en moyenne, dix-sept jours plus tôt dans l'eau douce que dans l'eau renfermant 8 pour 1000 de sels marins. Les différents stades évolutifs, disparition de branchies externes, apparition des membres, se sont produits avec un retard correspondant. D'ailleurs, des mensurations bi-hebdomadaires (longueur et largeur de 6 têtards pris dans chaque vase) ont constaté la régularité du retard moyen d'autres solutions salées. La mortalité a aussi été plus grande dans ces dernières que dans l'eau douce.

Dans le vase renfermant la solution à 2 pour 1000, la différence ne s'est pas montrée très sensible. Une solution aussi faible n'a pas beaucoup d'influence.

J'ai étudié en outre concurremment avec l'action des sels l'influence d'un mouvement de vague sur le développement des têtards. L'appareil employé consiste en une

sorte de trembleur, composé d'un plateau suspendu, entretenu jour et nuit dans un mouvement irrégulier d'oscillation, au moyen d'une bielle excentrique mue par un petit moteur Edison, lui-même actionné par une pile Bunsen de grande dimension. Les vases contenant les têtards étaient placés sur le plateau et agités de telle sorte que la surface du liquide était parcourue par des vagues.

Je ferai connaître plus tard avec la description complète de l'appareil, l'influence d'une telle agitation continue sur le développement de la jeune grenouille. Le mouvement de vague paraît aider le développement des têtards dans l'eau salée, j'ai obtenu en effet des petites grenouilles dans une solution renfermant 12 pour 1000 de sels marins, placée sur le trembleur. Mais l'expérience n'ayant été faite qu'une fois sur un petit nombre d'individus, je n'insiste pas pour le moment sur ce résultat.

SUR LA

TEMPÉRATURE DU CORPS

PENDANT L'ACTE DE L'ASCENSION

Mémoire communiqué (sous forme d'extrait) à la *Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, le 1er octobre 1885.

PAR

M. le docteur W. MARCET
Membre de la Société Royale de Londres.

La question de la température du corps pendant l'ascension vient d'être ouverte de nouveau par la publication d'un intéressant mémoire de M. le Dr H. Vernet, dans le numéro de septembre dernier des *Archives des sciences physiques et naturelles*. Puisque le Dr Vernet s'est donné la peine de reprendre les nombreuses observations, faites par différents auteurs, sur la température du corps pendant l'ascension, entre autres celles du prof. Forel ; il est évident que pour lui la question de savoir si la température de l'homme s'élève ou s'abaisse pendant l'effort musculaire qu'exige l'acte de l'ascension, était encore à résoudre.

Je demanderai la permission de discuter le sujet, et j'espère arriver à montrer comment la divergence des

résultats obtenus à l'expérimentation, peuvent s'expliquer.

Les travaux de M. Hirn, de Colmar, de 1856 à 1858, et repris dans son ouvrage classique sur « la théorie mécanique de la chaleur en 1875, » montrent clairement que pendant le travail musculaire le corps produit plus de chaleur qu'il n'en consomme. Que devient cet excès de chaleur ? est-il employé à réchauffer le corps ou l'organisme en dispose-t-il autrement. Il était très naturel qu'après les recherches de M. Hirn, on désirât connaître la température actuelle de l'homme pendant un fort exercice musculaire, et l'acte de l'ascension se présentait comme la manière la plus commode d'étudier le sujet.

En 1865 parut la dissertation inaugurale présentée à la Faculté de médecine de Zurich par M. Marc Dufour. Ce travail ayant pour titre « La constance de la force et les mouvements musculaires » nous intéresse tout particulièrement. L'auteur fait remarquer que « Les expérien-
« ces développées précédemment nous permettent de
« conclure que la contraction musculaire échauffe le sang
« qui parcourt le muscle et élève par là la température
« de l'organisme entier. » Les observations qu'il fit sur lui-même ne paraissent pas, cependant, d'accord avec cette conclusion.

M. Dufour se servit d'un thermomètre très délicat placé sous l'aisselle, en prenant toutes les précautions possibles pour éviter le contact de l'air extérieur. Voici comment il résume lui-même ce travail :

« Toutefois, tels qu'ils sont là, ces résultats ne man-
« quent pas d'un certain intérêt. Nous allons les ana-
« lyser rapidement. Pendant la montée le thermomètre
« descend brusquement de 0,2° ; ceci nous surprit

« d'abord et nous cherchâmes à l'expliquer par un dé-
« placement quelconque du réservoir pendant les mou-
« vements. Nous prîmes particulièrement garde de main-
« tenir d'une manière parfaitement exacte le contact de
« toutes parts avec les parois de l'aisselle et nous pensons
« y être fort bien parvenu ; cependant, dans l'expérience
« suivante, il y eut un nouvel abaissement. Nous ajou-
« tons ici une observation que M. le prof. Fick a faite
« sur lui-même et qu'il nous a communiquée. Montant
« une pente rapide avec le réservoir d'un thermomètre
« placé sous la langue et bien protégé contre l'extérieur,
« il remarqua que la montée abaisse le mercure de 0,1
« à 0,2°. »

Ces résultats parurent au Dr Dufour aussi inattendus qu'inexplicables, comme il le montre par la phrase suivante : « Si l'on ne veut pas admettre qu'en dépit de
« toute précaution, il y ait eu quelque déplacement du
« réservoir, quelque influence de l'air ambiant, nous ne
« saurions à quoi attribuer cette singulière variation
« dont l'existence d'ailleurs a besoin d'être constatée par
« d'autres observations pour paraître tout à fait établie. »

M. Wunderlich, dans son traité sur la température du corps dans les maladies, dont la 2me édition fut publiée en 1870, s'occupe du même sujet, et, suivant lui, M. Helmholtz a montré que la contraction d'un muscle est accompagnée d'une élévation de température. MM. Solger, Heidenhain, Meirstein et Thiry avaient étudié cette question et trouvé que dans le premier instant après l'application de la stimulation au muscle, il devient un peu plus froid (variation négative de chaleur contredite après par M. Heidenhain), et puis commence à se réchauffer, mais que le degré de chaleur produit n'est jamais entièrement propor-

tionnel au travail mécanique effectué ; et de plus que le muscle stimulé développe plus de chaleur lorsque sa contraction est empêchée (ou embarrassée) que lorsqu'elle ne l'est pas. Il observa aussi qu'en se servant de poids égaux pour effectuer la tension du muscle, la chaleur développée par une succession de contractions diminue à mesure que le muscle se fatigue, ce qui survient plus rapidement qu'on aurait pu le prévoir. En augmentant le poids, la température s'élève jusqu'à un certain point et diminue de nouveau. M. John Davy fit de nombreuses expériences sur l'influence des mouvements sur la température du corps d'où il résulta que tandis qu'en voiture, à l'état du repos, la température prise sous la langue, variait de 97 à 97°7 (36° et 36°5 C.), elle s'élevait après l'exercice musculaire à 98,7 et 99°4 (37° et 37°5 C.). — MM. Breschet et Béquerel trouvèrent au moyen d'un appareil thermo-électrique, qu'après cinq minutes de travail le corps se réchauffait d'environ 1° C. D'après les expériences de M. Speck en 1863. pendant un travail musculaire excessif et continu la température du corps s'éleva légèrement. M. Béclard a observé que la quantité de chaleur formée par la contraction musculaire est plus grande quand le muscle se contracte à l'état statique, c'est-à-dire indépendamment d'un travail mécanique, que si la contraction produit un travail mécanique utile; il arrive de plus à cette autre conclusion — que les produits de la contraction musculaire, c'est-à-dire la chaleur et les résultats mécaniques, sont ensemble l'expression ou l'équivalent de l'action chimique qui se passe dans le muscle.

En septembre 1869, je communiquai un travail à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève,

publié peu après dans les *Archives des sciences physiques et naturelles*. Dans ce travail, je me servis d'un thermomètre coudé divisé en cinquièmes de degrés centigrades fait exprès pour ce genre de recherches par M. Casella, opticien à Londres; les indications de ce thermomètre pouvaient être lues, tout en maintenant la boule de l'instrument sous la langue, au moyen d'un petit miroir placé en face de la tige du thermomètre et qui en réfléchissait l'image, de manière à me permettre de suivre le mouvement de la colonne de mercure avec la même exactitude que si je l'observais directement. Voici les résultats que j'obtins :

1° La température du corps humain à l'état de repos ne paraît pas être habituellement moins élevée à de grandes hauteurs qu'elle ne l'est au bord de la mer (ceci s'appliquant à la température diurne). Une diminution de la pression atmosphérique n'aurait donc pas d'influence marquée sur la température du corps à l'état de repos (pendant la journée).

Quoique les variations constatées dans la température du corps à l'état de repos soient en général peu considérables, il est à remarquer que les températures les plus élevées paraissent le plus souvent liées à la circonstance d'un repas récent ou bien à un temps d'arrêt pendant une descente de montagne.

2° La température du corps tend invariablement à baisser pendant l'acte de l'ascension. Le degré de cet abaissement dépend presque exclusivement de l'époque à laquelle a eu lieu le dernier repas[1]. En général, c'est lors-

[1] J'ajouterai que l'altitude et la température de l'air paraissent produire une influeuce marquée sur ce phénomène.

qu'on monte rapidement à jeun et transpirant librement, que la diminution de la chaleur animale se fait le plus remarquer. Tandis qu'à l'état de repos à différentes altitudes ma température variait de 36° à 37°,1, sur douze observations faites en montant j'ai noté de 34°,5 à 35°,5. Les quatre dans lesquelles l'abaissement de la température s'est trouvée le plus considérable sont les suivantes :

à 4000 mètres	....	34°,5	à jeun.
2080 »	....	34°,5 et 35	»
3362 »	....	35°,4	»
2100 »	....	35°	»

Voici une observation montrant clairement quel était l'influence de la marche ascendante sur ma température: je montai de Cormayeur au pavillon du mont Fréty (2197^{m}) en partie à mulet. Arrivé aux deux tiers du chemin, ma température était de 36°,4. Je quittai alors le mulet et fis le reste de la course à pied en 35 minutes, et le plus rapidement que je pus. Quelques instants avant d'arriver, ma température n'était plus que de 35°, elle se trouvait donc inférieure de 1°,4 à celle que j'avais observée avant de me mettre en marche.

3° La température du corps après s'être abaissée pendant une marche ascendante, s'élève de nouveau rapidement dès qu'on se repose, ou même dès qu'on ralentit la vitesse de sa marche. C'est ainsi que peu de minutes avant d'avoir atteint le Pavillon du mont Fréty, pendant que je marchais encore, le thermomètre sous la langue n'accusait que 35°, tandis qu'après un repos d'une demi-heure au Pavillon, il était monté à 36°,6, soit de 1°,6.

En relisant le travail dont il est question, je m'aperçois qu'un petit nombre d'observations ne sont pas en accord avec mes conclusions. Ces exceptions ne sont cependant pas concluantes, comme les quelques chiffres qui paraissent montrer une élévation de température, pendant l'ascension, ne dépassent pas la limite maximum de ma température normale au repos, c'est-à-dire 37°,1.

Mon travail fut suivi de près par celui de M. le prof. Lortet, de Lyon [1], avec qui j'eus le plaisir de faire une belle ascension. Il constatait aussi sur lui-même un abaissement de la température du corps pendant la marche ascendante.

A jeun, pendant la marche, la décroissance de la température est, suivant M. Lortet, à peu près proportionnelle à l'altitude à laquelle on se trouve (Paul Bert, p. 122). Il faut ajouter que depuis son retour à Lyon, M. Lortet constata qu'en montant rapidement une des nombreuses rampes à escalier, qui conduisent à Fourvières ou à la Croix-Rousse, il avait régulièrement un abaissement qui variait presque toujours de trois à sept dixièmes de degré.

Ces deux mémoires, tous deux en opposition avec l'idée que l'on avait de l'influence du mouvement ascensionnel sur la température du corps, furent suivis, en 1872, par l'intéressant travail du Dr Clifford Allbutt [2] de Leeds (Angleterre), dans lequel l'auteur décrit les observations thermométriques qu'il fit sur lui-même pendant une série de courses dans les Alpes. Ses résultats furent opposés à ceux que nous avions obtenus, le

[1] Lortet, Deux ascensions au Mont-Blanc en 1869. Recherches physiologiques sur le mal de montagne. *Lyon médical*, 1869.

[2] *Journal of Anatomy*, 1873.

prof. Lortet et moi-même; la température s'éleva pendant la marche ascendante, le thermomètre indiquant alors habituellement 99°,2 Fah., soit 37°,4 C., tandis que sa température normale rarement dépassait 98°,6 (37°). Il y eut cependant trois exceptions à cette règle. Aux approches de Pierre Pointue, en montant de Chamonix, sa température s'abaissa de 98°,4 à 97°,4, soit de 0°,5 C.; en montant aux Grands Mulets, il y eut d'abord abaissement à 98° F. (36°,7 C.), et finalement la température tomba à 95°,5 (35°,3 C.).

En 1872 et 1873 parurent deux mémoires importants de M. le prof. F.-A. Forel sur le même sujet. A la suite d'un très grand nombre d'observations faites sur lui-même avec tous les soins dont il entoure ses recherches, il trouva que le mouvement musculaire de l'ascension élève la température du corps, et plus le déploiement de force musculaire est considérable, plus est importante la quantité de chaleur développée[1].

Il observa que la fatigue ne semble pas influencer cette élévation de température, et que l'état de jeûne prolongé n'est pas un obstacle à ce réchauffement. Enfin, d'après le prof. Forel, dans les conditions physiologiques et chimiques ordinaires, le facteur des pertes de chaleur est moins actif et plus lent dans ses allures que celui de la production de chaleur.

En 1870, M. J. Gay, pour vérifier les conclusions du prof. Lortet, détermina la température de son corps dans de nombreuses ascensions sur la plate-forme de la cathédrale de Strasbourg[1] (70 m. au-dessus du sol), le

[1] *Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande*, 1872-1873.

[1] *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Strasbourg*, t. III, p. 17, et *Revue scientifique*, juin 1885.

thermomètre étant maintenu soigneusement sous la langue, et la bouche fermée. Il observa toujours pendant l'ascension une température inférieure de 0°,4 à 0°,5 à la normale. « Aussitôt après l'ascension, la température « remonte, atteint et dépasse la température normale « pour n'y revenir que par un repos prolongé. »

Je fis quelques observations pendant une course à la Dôle, l'été dernier, et j'obtins encore à cette occasion un abaissement de température dans mon cas, en gravissant la montagne, tandis que deux amis avec qui je me trouvais constataient tous deux un réchauffement du corps.

Enfin M. Ray Lankester, professeur d'anatomie comparée, « University College, » Londres, me communique les observations suivantes : — Il trouva que dans les Alpes, sa température s'abaissait en montant, et atteignait même le chiffre de 94° F. (34°,4 C.), un phénomène semblable se passait chez son guide. Ces faits, il les inscrivit dans le livre des voyageurs de la cabane du col Saint-Théodule. Le même physiologiste constatait aussi que sa température tombait à 96° F. (35°,5 C.) et audessous, en gravissant sous un soleil ardent les pentes de gazon du Bel-Alp.

Cependant le Dr Vernet avait apparemment donné, en septembre dernier, le coup de grâce à la théorie du refroidissement du corps pendant l'effort musculaire de l'ascension. Docteur en philosophie en même temps que grand chasseur, et hardi ascensionniste, M. Vernet se trouvait dans des conditions très avantageuses pour s'occuper d'un tel travail ; il est le type de la vigueur physique ; comme un marcheur de profession, il sait régulariser parfaitement l'action antagoniste de ses mus-

cles, de manière à user la machine le moins possible, tout en lui faisant donner son maximum de travail. Il ne connaît pas la fatigue et ne sent pas le froid, « de mon naturel craignant la chaleur..., j'étais souvent vêtu de toile jusqu'à 3000 mètres, pour les ascensions plus hautes je prenais un veston de drap, mais jamais le moindre gilet. » Le matin, de bonne heure, avant de se lever, à peu près à l'heure de la journée où le corps produit le moins d'acide carbonique, et par conséquent brûle le moins de charbon, sa température n'est pas au-dessous de la normale des 24 heures. C'est ainsi qu'aux Grands Mulets (3050^{m}), il trouve à 3 h., 30 du matin 36°,8, au Riffel (2569^{m}), de 36°,9 à 37°,3 à Mauvoisin (2000^{m}), à 3 heures du matin, 36°,9, également au lit, tandis que sa moyenne pour le repos complet est de 36,°9.

L'auteur donne une liste des ascensions pendant lesquelles il a fait des observations complètes, les hauteurs atteintes variant de 2488 à 3050 mètres, et trouve que sa température s'élève en montant jusqu'à 38°,23 et 38,°6. Il est un peu embarrassé pour étudier l'effet de la fatigue musculaire qu'il essaie d'obtenir en faisant trois fois dans un jour la course de son domicile, près Nyon, au sommet de la Dôle et retour, l'expérience comparative ne commençant qu'au pied du Jura. Dans cette course, il constate encore, comme par le passé, une élévation de température.

Avant de poursuivre, je voudrais présenter quelques remarques sur les méthodes en usage pour faire ces observations. Quant au thermomètre, s'il était commode d'en lire les indications pendant la marche au moyen d'un miroir, la boule étant maintenue sous la langue, ce mode

de procéder serait, il me semble, le plus exact, puisqu'il permettrait de suivre à chaque instant les modifications de température du corps. J'avais fait faire dans ce but un petit miroir carré, relié à une tige par une charnière, tandis qu'à l'extrémité de cette tige se trouvait un anneau par lequel passait le thermomètre à friction un peu juste; il était donc facile de donner au miroir quelque position que l'on désirât pour permettre la lecture de l'instrument par réflexion. Les observateurs se sont en général servi des thermomètres maxima employés en médecine. Ceux faits actuellement par Negretti et Zambra, de Londres, dans lesquels la colonne de mercure est coupée par un étranglement du tube à l'instant où elle commence à descendre, sont bien supérieurs aux anciens thermomètres ayant pour index une fraction de la colonne de mercure isolée au moyen d'un très petit globule d'air. Il est, de plus, très important de tenir compte du temps pendant lequel on expose le thermomètre, surtout lorsqu'on se sert d'un instrument à maxima, c'est là, du reste, une condition d'exactitude qu'aucun observateur sérieux ne peut négliger; il n'y a pas de doute que certains thermomètres prennent plus de temps que d'autres pour accuser les températures correctement, chacun devra étudier son instrument.

L'endroit où placer la boule du thermomètre, afin d'obtenir des indications comparables avec exactitude les unes aux autres, est un point important à considérer. La température du corps varie suivant les organes, quoique dans des limites assez restreintes; c'est ainsi que Claude Bernard a trouvé le poumon plus froid que la masse du sang, au lieu d'être plus chaud comme on aurait pu le croire, puisque cet organe pourrait être

considéré comme le siége des premiers phénomènes d'oxydation. Le même physiologiste distingué a trouvé le sang du ventricule droit du cœur plus chaud que celui du gauche. On sait que l'estomac est plus chaud pendant la digestion qu'à jeun, un embarras de la circulation produisant de la congestion est accompagné d'une augmentation de chaleur, et l'on peut dire que partout où la circulation est très active, avec accumulation de sang, il y a élévation de température. L'influence indirecte du système nerveux sur la chaleur animale est de plus très remarquable. Je n'oublierai jamais l'expérience suivante que je vis faire à Cl. Bernard : ayant coupé le nerf grand-sympathique dans le cou d'un lapin, on s'aperçut, très vite après, d'une augmentation notable de température de l'oreille du côté de la tête correspondant à celui du nerf coupé; cette oreille était chaude non seulement au thermomètre, mais aussi au toucher, tandis que l'autre était restée tiède; l'oreille chaude était devenue plus rouge que l'autre et s'était gorgée de sang.

Si l'on ouvrait l'artère carotide du côté opéré, le sang en sortait avec un jet infiniment plus fort que celui qu'on obtenait de l'artère du côté opposé. Je ne trouve pas ce dernier fait, que je cite de mémoire, reproduit dans l'ouvrage de Bernard sur le système nerveux ; mais en lisant le récit de ces expériences, on voit clairement que d'après le savant physiologiste ce n'était pas la section immédiate du nerf sympathique du lapin, auquel tenait l'augmentation de température, mais la circulation ayant subitement augmenté d'intensité, après l'opération, dans les parties auxquelles se rendait le nerf, il s'en était suivi une congestion très active donnant lieu à l'élévation de température observée.

Cl. Bernard remarque avec beaucoup de justesse : « Il y a sans doute des rapports intimes que personne ne peut méconnaître, entre les phénomènes de calorification et de vascularisation des parties du corps » (Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux, t. II, 1858, p. 505).

On a placé le thermomètre dans toutes sortes d'endroits pour observer la température du corps ; en médecine on choisit souvent de préférence l'aisselle, mais la température perçue dans cette localité est un peu plus basse que la température réelle. Le plus souvent on introduit la boule de l'instrument sous la langue, en contact avec les glandes salivaires sous-linguales. Avec un peu de pratique il est facile de couvrir la boule de l'instrument avec la langue appliquée contre les dents, tandis qu'on respire par le nez : l'air se rend alors directement par les fosses nasales dans la glotte et le larynx sans passer par la bouche.

On a critiqué ce mode d'opération, soit en émettant l'opinion que l'air respiré peut arriver jusqu'à l'instrument, soit en considérant l'épaisseur des tissus comme insuffisante pour empêcher la pénétration du froid de l'air jusqu'au thermomètre. Je crois avoir répondu à la première objection en expliquant comment l'air inspiré par le nez ne passe absolument pas au travers de la bouche, et ne peut par conséquent pas nuire à l'exactitude de l'observation.

Quant à la seconde objection, le froid ne pourrait guère pénétrer jusqu'à la région sous-linguale qu'au travers des os et des tissus du menton. J'ai fait quelques expériences à ce sujet et je demanderai la permission de les citer, comme elles me paraissent se rapporter directement à la question qui nous occupe.

Après avoir déterminé avec soin ma température normale avant chaque expérience, je me suis appliqué un ou plusieurs fragments de glace sous le menton, tenus au contact de la peau avec un linge. Dans les trois premières expériences, faites les 20, 21 et 22 novembre dernier respectivement, je me servis d'un thermomètre médical par Negretti et Zambra. La première donna un refroidissement sous-lingual de 0°,2 centigrade après que l'application de la glace à la peau, sous le menton, eut duré dix minutes. Dans la seconde expérience un abaissement de 0°,11 suivit un quart d'heure après l'application de la glace, le thermomètre était resté sous la langue pendant les dernières dix minutes.

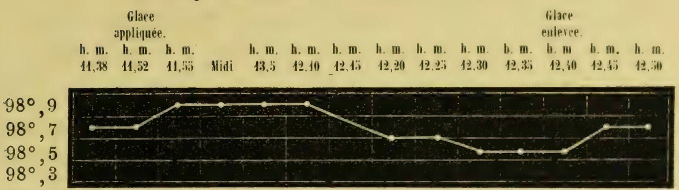
La troisième expérience ressemble à la précédente en ce que j'attends cinq minutes après l'application de la glace pour introduire le thermomètre; un fragment de glace plus gros qu'une noix, à l'origine est maintenu, pendant vingt minutes sous le menton, et le thermomètre reste un quart d'heure sous la langue sans que la glace soit entièrement fondue : les observations m'ont donné 36°,8 pour la température avant l'expérience et 36°,8 après vingt minutes d'application constante de glace sous le menton, tenue en contact avec la peau, il n'y eut donc pas de refroidissement sous-lingual tant que dura l'expérience.

Dans les expériences suivantes que je présente sous forme graphique, je me suis servi d'un thermomètre ordinaire coudé indiquant les cinquièmes de degrés Fahrenheit dont les chiffres étaient gravés de façon à être lus droits dans un miroir. Mon miroir était de quelques centimètres carrés seulement et je le tenais à la main derrière une loupe, ce qui me permettait de voir les degrés

parfaitement par réflexion, et de suivre avec grande facilité la marche de la colonne de mercure. J'ai adopté dans mes graphiques l'échelle Fahrenheit pour être parfaitement d'accord avec mon thermomètre.

Graphique N° 1.

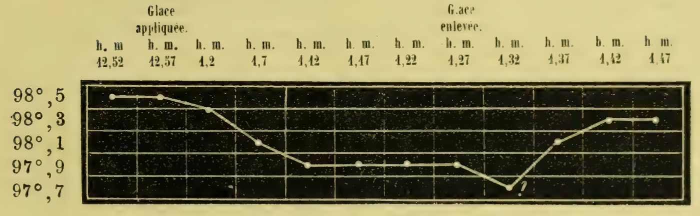
Expérience du 25 novembre 1885.



t normale sous-linguale 98°,7 = 37,05.

Graphique N° 2.

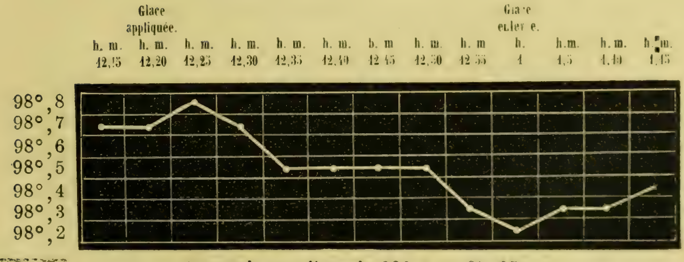
Expérience du 26 novembre 1885.



t normale sous-linguale 98°,5 = 36,91

Graphique N° 3.

Expérience du 27 novembre 1885.



t normale sous-linguale 98°,7 = 37,05.

EXPLICATION DES GRAPHIQUES

Graphique n° 1. Trois minutes après l'application de la glace sous le menton la température s'élève de 0°,2 F, à 98°,9, et reste ainsi pendant un quart d'heure, puis elle s'abaisse jusqu'à 98°,5, 38 minutes après l'application de la glace, pour remonter cinq et dix minutes après que la glace a été enlevée, à 98°,7. L'abaissement maximum est de 0,2 F, soit 0°,1 C.

Graphique n° 2. Chute de la température sous-linguale très vite après l'application de la glace sous le menton, minimum atteint un quart d'heure après l'application du froid, 15 minutes après la suspension du froid, température encore de 0°,2 F au-dessous de la normale. Maximum de refroidissement 0°,6 F, soit 0°,3 C, je perçois une sensation de froid léger dans tout le corps.

Graphique n° 3, représente chaque dixième de degré au lieu de chaque deux dixièmes adoptés pour les deux premiers. Comme dans le premier graphique la température remonte après l'application de la glace, mais seulement de 0°,1 F., elle descend de suite après et atteint un minimum de 98°,2 40 minutes après l'application de la glace. Le maximum de refroidissement est de 0°,5 F. soit 0°,25 C. La glace ayant été enlevée à 12 h. 50 min., la température remonte très lentement et n'est qu'à 98°,4 un quart d'heure après, c'est-à-dire à 0°,3 F. de la normale.

Il est clair que l'abaissement de la température sous-linguale dans chacun de ces cas s'est trouvé plus ou moins en rapport avec la quantité de glace employée et le temps pendant lequel a duré l'expérience.

Je remarquai dans toutes ces expériences, comme du reste, quand je prenais simplement ma température avant l'application du froid, que dès que je touchais la boule du thermomètre du bout de la langue ou que je l'appliquais sur la langue sans ouvrir la bouche, la température baissait d'environ 0°,1 F, pour remonter de 0°,1 F dès que l'instrument retournait à sa place sous-linguale, montrant que la région sous-linguale est un peu plus chaude que n'est la surface de la langue ; ce phénomène, surtout

visible lorsque je rentrai chez moi après m'être reposé à l'air froid du dehors, montre l'influence de la respiration buccale sur l'extrémité et la surface de la langue, dans ce cas l'abaissement dépassa 0°,1 F. pendant quelques instants.

Je n'ai pas continué ces expériences, il en faudrait un grand nombre sur différentes personnes, pour donner des résultats qu'on puisse généraliser dans leurs détails. Elles paraissent, cependant, montrer le fait curieux que la température s'élève parfois, et même peut-être souvent, sous la langue, pendant les premières minutes qui suivent l'application de la glace sous le menton, cette élévation se remarque dans deux de mes graphiques ; elle dure un quart d'heure dans le premier tracé, tandis que dans le troisième elle est plus faible et tout à fait passagère. Je ne saurais dire si d'autres personnes, plus disposées à produire de la chaleur, pourraient supporter une succession de morceaux de glace tenus avec un linge, pressés contre la peau du menton sans jamais voir un abaissement de température sous la langue, j'en doute. En tous cas je crois avoir montré que le froid n'arrive que très difficilement jusqu'à la région sous-linguale. Supposons la température de l'air à 0° C. elle n'aurait certainement pas l'effet d'un morceau de glace en contact avec la peau au-dessous du menton, d'abord parce qu'on peut s'abriter du froid avec une cravate de laine, ensuite parce que l'air étant un assez mauvais conducteur de la chaleur, il se trouverait une couche d'air chaud, en contact avec la peau, s'opposant à l'action du froid.

Ces expériences montrent donc qu'on peut considérer la région sous-linguale à l'abri du froid de l'air dans des limites très étendues. Je croirais que le passage du froid

au travers des tissus du menton varie suivant les individus, il serait plus lent chez ceux qui jouissent d'une circulation vigoureuse, et dont le sang entraînerait le froid au fur et à mesure de sa pénétration, que chez ceux dont la circulation serait plus faible, quoique également en bonne santé.

Enfin on a introduit le thermomètre dans le rectum, et des observations récentes ont été faites par ce procédé. Le rectum paraît être parfaitement abrité du froid, en effet, la température extérieure ne peut avoir aucune influence sur celle de ces parties; mais j'entrevois une objection à ce mode d'observation, c'est la tendance que doit avoir le rectum à se chauffer au delà de la température générale du corps par la congestion des veines hémorroïdales. Cette portion de l'intestin est entourée d'un réseau veineux dont le sang change de volume presque à chaque moment de la journée; il est à son minimum pendant la nuit, lorsque l'on dort; dès le réveil, la circulation s'active, d'où résulte une tendance à la congestion de ces vaisseaux, et lorsqu'on est levé, ces veines, par un phénomène de gravité, se remplissent de sang, leur circulation devenant plus ou moins entravée. Lorsque le rectum est plein, la pression contre les parois de l'intestin augmente encore plus l'embarras de la circulation rectale. Pendant la marche, le poids du sang tend à retarder son retour vers le cœur dans les parties situées au-dessous de cet organe, et le réseau veineux hémorroïdal se distend de plus en plus par l'accumulation du sang dans ces vaisseaux. Cet engorgement, cet embarras de la circulation doivent nécessairement créer de la chaleur, d'où je conclus que pendant la marche, et surtout pendant une ascension un peu raide, la température de ces parties s'élèvera au-dessus de la normale.

Voici quelques expériences que j'ai faites et dont les résultats sont tout à fait à l'appui de ce que j'avance :

D'après M. Wunderlich, la température du rectum au lit pendant le repos serait de 0°,2 à 0°,3 au-dessus de la température prise sous la langue, au même moment.

J'ai observé simultanément ma température en ces deux points au moyen de thermomètres de Negretti et Zambra portant les corrections de l'observatoire de Kew. Voici les résultats que j'ai obtenus.

31 juillet, le matin, au lit (quelques pas faits auparavant dans la chambre) :

Température rectale.....	36°,67
» sous-linguale.	36°,61
Différence.............	0°,06

1er août, le matin, au lit, au moment de me lever :

Température rectale.......	36°,9
» sous-linguale..	36°,6
Différence..............	0°,3

2 août, au lit, le matin (je m'étais levé quelques instants, mais recouché pendant un quart d'heure avant l'observation) :

Température rectale.......	36°,8
» sous-linguale..	36°,5
Différence..............	0°,3

3 août, mêmes conditions, sans exercice préalable :

Température rectale.......	36°,8
» sous-linguale..	36°,6
Différence..............	0°,2

4 août, mêmes conditions que la veille :

	Température rectale......	36°,8
	» sous-linguale. .	36°,6
	Différence...............	0°,2
Moyenne	Température rectale......	36°,79
	» sous-linguale. .	36°,58
	Différence...............	0°,21 [1]

C'est donc bien en effet un excès de chaleur d'environ 0°,2 que l'on constate pour la température rectale lorsque le corps est couché avant de commencer l'exercice de la journée. Il faudrait, si cela était possible, observer ces températures pendant le sommeil, lorsque la circulation est parfaitement tranquille, et tandis que les fonctions sont en repos, peut-être ne trouverait-on pas alors de différence.

Dès le réveil, les phénomènes vitaux reprennent leur énergie et la circulation se ranime, il se pourrait bien que l'élévation de la température rectale au-dessus de la température sous-linguale ne tienne qu'à une reprise d'activité de la circulation intestinale.

Les expériences suivantes montrent du reste clairement qu'un exercice, même fort modéré, produit une élévation de température rectale beaucoup plus sensible que l'augmentation simultanée de la température sous-linguale.

Le 1er août 1885, à midi et demi, couché sur un canapé pendant l'observation seulement, mais après assez d'exercice et d'agitation :

[1] Une autre personne ayant répété l'expérience avec mes instruments, observa une différence tout à fait semblable.

Température rectale	37°,6
» sous-linguale. .	36°,9
Différence...............	0°,7

Le 1er octobre, à 11 h. du matin, pendant une marche régulière dans ma chambre, sans agitation préalable :

Température rectale	37°,56
» sous-linguale. .	37°,11
Différence...............	0°,45

Même date, de suite après la dernière observation :

Température rectale	37°,50
» sous-linguale. .	37°,05
Différence...............	0°,45

Ces trois expériences ont donné une moyenne de 0°,53 C. en excès pour la température rectale, et dans un de ces cas, après assez d'agitation, quoique étant étendu sur un canapé pendant l'observation, la différence s'était élevée jusqu'à 0°,7 C., peut-on invoquer le rayonnement buccal comme explication du phénomène, je ne le pense pas, puisqu'il n'y a guère de raison pour que ce rayonnement ait été plus fort debout qu'au lit; or une différence de 0°,2 constatée au lit aurait été trois fois et demi plus grande pendant une journée agitée dans une de mes expériences, et deux fois et six dixièmes plus grande dans les autres. Il s'ensuit que l'élévation de la température rectale au-dessus de la température sous-linguale pendant l'exercice, et par conséquent pendant l'acte de l'ascension, dépasse au moins de deux fois la différence de température que l'on observe entre ces deux régions

le matin au lit; j'en conclus que la région rectale pendant l'exercice s'échauffe plus que la région sous-linguale. On ne pourra pas non plus comparer les températures rectales entre elles, comme on compare les températures sous-linguales les unes avec les autres, si l'on admet que plus l'ascension, ou en tout cas l'exercice, est rude, plus la chaleur du rectum sera élevée relativement à la température du corps en général.

Il ressort des travaux nombreux que j'ai cités, que pour les uns, et probablement pour le plus grand nombre de personnes, la chaleur animale s'accroît pendant l'acte de l'ascension; pour les autres, elle s'abaisse. Ces derniers ne sont ni malades, ni physiquement faibles, ni mauvais observateurs, toutefois ils se refroidissent légèrement pendant un fort exercice musculaire. Je finis en donnant ce que je crois être l'explication de ce curieux phénomène.

Nous sommes loin de produire chacun de nous la même quantité d'acide carbonique, en d'autres termes, quoique la température de l'homme soit toujours la même dans d'étroites limites, tous les hommes ne consument pas la même quantité de charbon. Les uns brûlent beaucoup de combustible et produisent beaucoup de chaleur, les autres en brûlent peu, et font relativement peu de chaleur.

Le poids du corps est sans doute plus ou moins en relation avec celui de l'acide carbonique expiré, mais il semblerait étonnant que dans le cas suivant, par exemple, j'eusse conataté qu'un homme de 73 kilos aurait produit 37,7 °/₀ plus d'acide carbonique qu'un autre homme de 67 kilos, en vertu d'un excès de poids de 6 kilos seulement.

Les recherches au sujet de l'influence de la hauteur

sur les phénoménes chimiques de la respiration dont je m'occupe depuis longtemps, me donnent l'occasion de constater combien la quantité d'acide carbonique formée dans le corps varie suivant les individus. J'ai jaugé très soigneusement, par la méthode de Petenkoffer, l'acide carbonique expiré par quatre différentes personnes, dont deux jeunes gens d'environ vingt cinq-ans et par conséquent dans la vigueur de l'âge, un homme d'environ quarante-cinq ans, guide de Chamonix très robuste, et moi-même entre quarante-cinq et cinquante ans. Pour chacune de ces personnes les expériences comparatives ont été faites entre elles individuellement et moi-même.

Dans l'été de l'année 1880 j'entrepris une course au col du Géant, avec M. Élie David de Genève, emportant tous les instruments nécessaires pour les dosages exacts d'acide carbonique dans l'air expiré. M. David avait vingt-cinq ans, pesait 73 kilos et mesurait autour de sa poitrine 95,5 cm., tandis que moi j'avais cinquante-deux ans je pesais très près de 67 kilos et mesurais 87,6 cm., autour de la poitrine,

Nous émettions :

LIEU DE L'EXPÉRIENCE	M. DAVID. — Acide carbonique expiré par minute.	MOI-MÊME. — Acide carbonique expiré par minute.	Différence en excès pour M. DAVID.
	grammes.	grammes.	
A Genève au bord du lac de Genève.	0,776	0,538	37,7 %
A Courmayeur avant l'ascension du col	0,727	0,494	32,0 %
A Courmayeur au retour du col . . .	0,727	0,492	32,3 %
Au sommet du col du Géant	0,609	0,435	28,6 %

Chaque chiffre est la moyenne d'un certain nombre d'expériences.

Ainsi donc M. David assis, et en repos, émettait presque un tiers de plus d'acide carbonique que moi, et pourtant nous devions avoir tous deux environ la même température, en d'autres termes mon compagnon disposait d'un tiers de plus de chaleur que moi.

En 1883 je répétais des expériences semblables sur le Righi, au Righi Staffel avec M. René Thury. La moyenne de 18 expériences a donné pour M. Thury 0,445 gram. d'acide carbonique expiré par minute, et dans mon cas la moyenne de 18 expériences s'est élevée à 0,543 grammes; M. Thury pèse 68 kilos et son thorax mesure 0,86 m. de tour. L'excès d'acide carbonique expiré était ici de mon côté par 18,0 $^0/_0$, et cependant notre poids était à peu près le même.

Enfin dans l'île de Ténériffe en 1878, où j'avais été continuer mes expériences en compagnie d'un guide de Chamonix d'environ quarante ans, de très grande taille et d'une force musculaire remarquable, d'après la moyenne de toutes nos expériences, assis et en repos, mon compagnon s'est trouvé expirer 22,2 $^0/_0$ d'acide carbonique en excès de ce que j'émettais moi-même.

Dans le travail musculaire que demande l'acte de l'ascension il se développe une forte quantité de chaleur, comme on peut s'en assurer d'après le poids de l'acide carbonique expiré, puisqu'on le trouve excéder de trois à quatre fois et même au delà le poids de ce gaz émis en repos. Que devient cet excès de chaleur ? D'abord il est en grande partie transformé en mouvement musculaire et par conséquent ne se montre pas au thermomètre, une fraction assez considérable est rayonnée par la peau, et l'air respiré, surtout lorsqu'il est froid, enlève à l'organe pulmonaire une forte quantité de chaleur. Finale-

ment d'autres fonctions l'absorbent, surtout la transpiration cutanée, un des régulateurs les plus actifs de la chaleur animale.

On ne peut mettre en doute que la température de l'homme varie dans certaines limites même à l'état de repos. Le matin au lit au moment du réveil, on expire notablement moins d'acide carbonique que pendant la journée, et le corps se trouve alors très souvent, je dirai le plus souvent, moins chaud que dans le reste du jour.

Le Dr John Ogle, de Londres, donne comme moyenne de plusieurs mois d'observation le maximum de la température entre 6 h. 30 et 7 h. 30 p. m. pour les hommes et entre 3 h. et 5 h. p. m. pour les femmes; et le minimum entre 5 h. 30 a. m. et 6 h. 30 a. m. [1].

D'après le Dr Sydney Ringer le minimum se trouverait un peu plus tôt, soit entre 1 h. a. m. et 3 h. a. m. [2].

Au réveil ma température soit chez moi soit à la montagne est sensiblement plus froide que pendant le reste de la journée; j'eus l'occasion de constater ce fait à plusieurs reprises sur le Pic de Ténériffe, lorsque couché sous la tente je prenais ma température pendant des moments d'insomnie en laissant le thermomètre pendant vingt minutes sous la langue. Le Dr Vernet n'était pourtant pas sujet à ce refroidissement.

Si donc l'homme est plus ou moins disposé, suivant les individus et selon l'heure de la journée, à fournir la chaleur nécessaire pour entretenir ses fonctions lorsqu'il est en état de repos, on en conclura qu'il est également plus ou moins prêt à fournir la chaleur nécessaire à

[1] St. George's Hospital reports, 1866.

[2] On the temperature of the human body in health. Proceedings of the Roy. Society, 1869.

l'exercice musculaire. Dans ce cas, ou bien la production de chaleur se trouvera surabondante, et alors elle se percevra au thermomètre, ou bien elle fera défaut et alors la chaleur nécessaire au travail musculaire s'obtiendra aux dépens des autres fonctions d'où résultera un abaissement de température.

D'un autre côté la *transpiration*, activée par l'exercice prendra la chaleur qu'il lui faut pour se sécréter et s'évaporer où elle le pourra, et l'obtiendra du corps en abaissant sa température ; enfin l'air froid respiré, dont le volume est quadruplé pendant une marche ascendante un peu forte, devra ajouter à cet abaissement.

Les considérations traitées dans ce mémolre aideront, je l'espère, à réconcilier entre elles les deux opinions émises au sujet de l'influence du mouvement musculaire ascensionnel sur la température du corps de l'homme. Les uns se réchauffent, les autres se refroidissent ; et de plus chez la même personne, la température paraît être quelquefois de nature à pouvoir s'élever ou s'abaisser suivant les circonstances.

SUR UN MICROBE

DONT LA PRÉSENCE PARAIT LIÉE A LA VIRULENCE RABIQUE

PAR

M. Hermann FOL

Les admirables travaux de M. Pasteur ont, dans une large mesure, élucidé les conditions du développement du virus rabique; ils ont même fourni deux solutions au problème de son atténuation. Aussi ne peut-on plus guère douter qu'il ne s'agisse d'une maladie essentiellement parasitaire. Toutefois, les efforts tentés jusqu'à ce jour pour mettre en évidence l'organisme parasite et pour le cultiver n'ont pas été couronnés de succès.

C'est sur ce côté théorique de la question que nous nous efforçons, depuis près d'une année, de jeter quelque lumière.

Après avoir vainement cherché, comme nos prédécesseurs, à obtenir par les moyens ordinaires la coloration de quelque organisme spécial, nous avons fini par adopter une méthode qui nous a révélé, dans la moelle rabique, l'existence de certains éléments qu'on ne retrouve pas dans la moelle saine.

Nous avons atteint notre but en suivant, du moins dans leurs principes, la méthode de durcissement introduite par Erlicky et la coloration hémoxylique inventée par Weigert. De plus, nous nous sommes fait une règle

absolue de n'étudier que des coupes irréprochables dont l'épaisseur ne doit pas dépasser $^1/_{200}$ de millimètre.

Avec un objectif à immersion homogène de $^1/_{12}$ de pouce de Zeiss on commence à distinguer les microbes dont je parle, pourvu que la préparation soit bien colorée et que l'éclairage soit fait avec un condensateur d'Abbe à pleine ouverture. Mais les images ne sont parfaitement claires et satisfaisantes qu'avec $^1/_{16}$ de pouce. Nous nous sommes servi d'un excellent objectif de cette force qui nous a été fourni par la maison Seibert.

Les moelles ou les portions de l'encéphale des animaux tués pendant la phase ultime de la rage doivent être plongées, le plus tôt possible, dans le liquide d'Erlicky, tel que cet auteur le préconise, ou mieux encore, dans un liquide plus riche en sulfate de cuivre, de la composition suivante : bichromate de potasse 2 $^1/_2$ grammes, sulfate de cuivre 1 gramme, eau 100 grammes. Au bout de quelques heures on achève d'enlever les méninges et l'on divise les morceaux en tranches de 1 à 2 millimètres d'épaisseur. Dans l'étuve à incubation, ces tranches sont durcies dans l'espace de trois à quatre jours. Le sulfate de cuivre est important, non seulement comme mordant pour la coloration subséquente, mais aussi parce que ses propriétés éminemment antiseptiques donnent la garantie que de nouveaux organismes n'envahissent pas le morceau pendant son durcissement. On place ensuite les pièces dans l'alcool au tiers où il reste douze heures, *dans une obscurité complète,* puis dans l'alcool à 60 °/₀, à 70 °/₀, et l'on arrive au bout de plusieurs changements, toujours dans l'obscurité, à l'alcool absolu. Ensuite vient l'essence de girofles, puis l'essence de térébenthine et l'on enrobe enfin dans la paraffine fondue à

45° ou 50°. Les coupes doivent être collées à mesure sur les couvre-objets à l'aide du liquide albumineux de P. Mayer, puis débarrassées de leur paraffine par fusion et par l'essence, passées dans des alcools de plus en plus faibles, décolorées dans la solution de cyanoferrure de potassium, puis de nouveau traitées par l'alcool absolu, l'essence de girofles et montées dans du baume de Canada. L'on obtient des images analogues, mais moins démonstratives, en fixant les tranches par les vapeurs d'acide osmique et les décolorant dans une solution alcoolique d'acide oxalique avant de les enrober.

Dans ces préparations, si elles ont été décolorées avec précaution, l'on voit des groupes de petits globules qui ont tout l'aspect de microcoques, logés soit dans les lamelles de la névroglie, soit plus rarement, dans l'espace annulaire compris entre les cylindres colorés en bleu foncé par l'hémoxyline, et la gaine de Schwan teintée seulement en jaune-chamois. D'autres fois, on trouve ces groupes dans des cavités qui ont à peu près le diamètre d'une fibre à myéline, cavités dont nous ignorons encore la nature histologique. Les grains sont parfaitement sphériques, très nets, et colorés en violet foncé; ils sont disposés sans ordre défini et ne forment pas de chapelets. Ils rentrent par conséquent dans la catégorie des staphylocoques. L'on rencontre fréquemment des individus présentant la forme de 8 qui indique une multiplication par scissiparité. Leur diamètre moyen n'est que de deux dix millièmes de millimètres.

Si l'on ensemence un milieu de culture approprié avec de l'encéphale rabique, il s'y développe, à l'étuve, un léger nuage qui tombe au fond le 4me jour. Le dépôt, inoculé à des animaux sains, leur transmet quelquefois

une rage bien caractérisée; seulement, la durée de l'incubation fut plus prolongée que celle du virus qui avait servi à l'ensemencement. Elle a comporté une vingtaine de jours environ.

Comme terrain de culture, nous avons employé le suc d'une cervelle, le plus souvent de mouton, aussi fraîche que possible et triturée avec un peu d'eau stérilisée et de carbonate de potasse. Le liquide, filtré d'abord sur du papier, puis passé à travers un filtre Chamberland, reste indéfiniment clair, si toutes les opérations ont été bien conduites. Nous avons décrit ailleurs (Voy. la *Nature*, t. XXIV, p. 277-298, 1885) le système fort simple de bouchage qui nous permet d'écarter les chances d'insuccès. L'ensemencement a lieu à l'aide d'une aiguille, mobile dans un tube de verre stérilisé, et dont on se sert à la manière d'un uréthrotome caché.

Nous avons dû renoncer à l'emploi, trop compliqué pour nous, de la méthode de trépanation. Nous injectons le liquide virulent à l'aide d'une canule pointue que nous introduisons à travers la conjonctive, dans le fond de l'orbite, et nous perçons facilement la lamelle osseuse, très mince chez les rongeurs, qui sépare l'orbite de la base du cerveau. Cette méthode nous réussit très bien.

Le dépôt inoculable que présentent les cultures de quatre jours, étalé sur un couvre-objet, desséché et traité avec la solution de bichromate et de cuivre, puis coloré et décoloré de la même manière que les coupes de la moelle, présente les mêmes groupes de microcoques, avec la même nuance violet-foncé. En inoculant des cultures anciennes de plus de six jours, nous n'avons pas obtenu de rage marquée. Il serait intéressant de savoir s'il s'agit dans ce cas d'une atténuation du virus et si les animaux inoculés peuvent devenir réfractaires.

Nous continuons nos expériences pour élucider ces points. Mais en attendant, il nous a semblé que la présence d'un microcoque défini et colorable dans les substances virulentes naturelles et artificielles méritait d'être signalée. M. PASTEUR a déjà remarqué la présence de certaines granulations dans la moelle rabique, mais sans nous donner aucun renseignement ni sur leur aspect, ni sur leurs dimensions, ni sur leurs réactions, vis-à-vis des matières colorantes, puisqu'il n'a pas réussi à les colorer du tout, pas plus qu'il n'a pu les cultiver. Ces indications sont trop incomplètes pour nous permettre de décider si les granulations entrevues par M. PASTEUR sont identiques ou non au microbe que nous avons pu colorer et cultiver. Quant aux granulations brillantes décrites par M. Gibier, elles paraissent être plus grosses que notre microbe, qui n'est pas encore visible à un grossissement de 500 à 600 diamètres. Nous ne croyons pas, du reste, qu'on puisse rien voir de net dans de la substance cérébrale simplement réduite en pulpe et directement examinée sans aucune préparation, comme le fait M. Gibier. Il y a là trop de granulations de tout genre, les unes pâles, les autres brillantes (parce qu'elles proviennent des gaines de myéline), pour qu'on puisse en discerner une espèce particulière au milieu d'un mouvement brownien désordonné. M. Gibier n'a pas réussi à colorer ces grains brillants ni à les cultiver.

Je tiens, en terminant, à remercier mon préparateur, M. Fulliquet, pour le zèle et l'habileté avec lesquels il m'a secondé dans ces recherches.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

KARL EGLI. THIOTOLÈNES ISOMÈRES. (*Berichte*, XVIII, p. 544. Zurich.)

Le methylthiophène isolé du toluol donne un tribromthiotolène qui fond à 74°, tandis que le methylthiophène obtenu par synthèse au moyen du iodthiophène, du iodure de méthyle et du sodium, bromé donne un dérivé tribromé fusible à 86°.

L'éthylthiophène obtenu par synthèse, oxydé donne l'acide β thiophénique

```
CH — C — COOH
||   |
CH   CH
  \ /
   S
```

fusible à 126°,5 tandis que le méthylthiophène du benzol donne par oxydation l'acide α thiophénique

```
CH — CH
||    ||
CH    C — COOH
  \  /
   S
```

fusible à 118°.

L'acide β thiophénique bibromé fond à 221°-222°.

L'acide α thiophénique bibromé fond à 209°-211°.

ARNOLD PETER. β ACETOTHIENON ET SES DÉRIVÉS. (*Berichte*, XVIII, p. 537. Zurich.)

L'acétothiënon CH_3 — CO — C_4H_3S oxydé se transforme en acide β thiophénique, mais on peut obtenir un produit intermédiaire, l'acide thénoylformique $\underbrace{C_4H_3S - CO}_{\text{thénoyl}}$ — COOH sous forme d'aiguilles fusibles à 86°. Cet acide chauffé donne la thiophénaldehyde qui, comme la benzaldéhyde donne avec le chlorure de zinc et la diméthylaniline une substance colorante. L'auteur a encore préparé l'acide isonitrosothiënylacétique C_4H_3S — CNOH — COOH fusible à 136° ; le β acétothiënon monochloré C_4H_3S—CO—CH_2Cl fusible à 47° ; 2 mononitroacethiënon isomères, l'un fusible à 122°,5 l'autre à 86°. Le dinitro β acétothiënon $C_4H(NO_2)_2S$—CO—CH_3 fusible vers 166° ; l'acide nitrothénoylformique $C_4H_2(NO_2)S$—CO—COOH fusible vers 92°.

R. BONZ. QUELQUES DÉRIVÉS DE L'ÉTHYLTHIOPHÈNE. (*Berichte*, XVIII, p. 549. Zurich.)

L'auteur a préparé par l'action du brome sur l'éthylthiophène, le dérivé bibromé $C_4HBr_2SC_2H_5$, qui est une huile noircissant rapidement à l'air et le tribromure qui cristallise de l'alcool sous forme de feuilles fusibles à 108°. Le bichloréthylthiophène bout vers 236°. Le dérivé monoiodé $C_4H_2ISC_2H_5$ est une huile. Le dinitroéthylthiophène est aussi huileux; dissout dans l'alcool et traité par un alcali on obtient une coloration bleue intense qui passe au rouge avec un excès de base, ou en diluant avec de l'eau ou même par simple exposition prolongée à l'air.

J. LANGER. SULFOACIDES ISOMÈRES DU THIOPHÈNE. (*Berichte*, XVIII, p. 553 et 1114. Zurich.)

Le sulfobibromthiophène[1] réduit par l'amalgame de sodium

[1] *Archives*, XIII, p. 243.

donne le β sulfothiophène qui cristallise en une masse déliquescente, qu'on obtient aussi en décomposant le chlorure par l'eau; cet acide chauffé avec de l'isatine et de l'acide sulfurique donne une coloration bleue.

Le disulfobibromthiophène est aussi réduit par l'amalgame de sodium; si on traite le résidu de la réaction, desséché, par le perchlorure de phosphore, on obtient le β chlorure $C_4SH_2\ (SO_2Cl)_2$ soluble dans l'éther d'où il cristallise sous forme d'écailles blanches fusibles vers 148° en se décomposant partiellement; l'amide forme des aiguilles fusibles au-dessus de 280°, en se décomposant. Ont été encore préparés : le chlorure du bibrombisulfothiophène $C_4SBr_2\ (SO_2Cl)_2$ fusibles à 215°, son amide $C_4SBr_2SO_2\ (NH_2)_2$ fusible au-dessus de 270° ; le β disulfothiophène est une masse déliquescente dont le sel de baryte cristallise en feuilles nacrées renfermant $2\ {}^1/_2\ H_2O$.

En traitant le thiophène iodé par l'acide sulfurique on obtient aussi, après avoir éliminé l'iode, le β sulfothiophène; par contre le dérivé bisubstitué $C_4SH_2(SO_3H)_2$ est différent, en effet, son amide forme des feuilles fusibles à 142°, tandis que celui préparé par le bibromure fond au-dessus de 280°, et celui de Jaekel fond à 213°; ce dernier a été préparé par l'action directe de l'acide sulfurique sur le thiophène, chlorurant et amidant ensuite.

On connaît donc déjà 3 dérivés bisubstitués isomères du thiophène, la théorie en faisant prévoir 4.

JOSEF MESSINGER. THIOXÈNE DU GOUDRON DE HOUILLE.
(*Berichte*, XVIII, p. 563 et 1636. Zurich.)

Le xylol renferme un isomère du thiophène, le thioxène $C_4H_2S(CH_3)_2$ qui bout à 137° et donne avec l'isatine et l'acide sulfurique une coloration rouge-violette; le bibromthioxène, soluble dans l'alcool forme des aiguilles fusibles à 246°-247°. L'octobromthioxène $C_4Br_2S(CBr_3)_2$ forme des aiguilles fusibles à 114°; le monobromthioxène est un liquide qui bout vers 193°.

La meilleure méthode pour obtenir le thioxène est de traiter le produit brut par l'iode et l'oxyde de mercure; le produit brut iodé est réduit par la poussière de zinc et une dissolution alcoolique de soude; le thioxène a un poids spécifique de 0.9755 à 17°,5. Le dérivé monoiodé est un liquide bouillant vers 96°,5-97°, le mononitrothioxène est aussi liquide mais ne peut se distiller sans décomposition.

Le thioxène oxydé par le permanganate de potasse donne un acide bibasique qui sublime sans fondre, très peu soluble dans l'eau, son éther diméthylique fond vers 145° et par analogie avec la série du benzol paraît être le dérivé para, de sorte que le thioxène du goudron aurait pour constitution :

```
       CH—CH
       ||  ||
CH3—C      C—CH3
       \  /
        S
```

l'éther éthylique forme des aiguilles fusibles à 46°, tandis que l'éther stéréphtalique fond vers 40°. Jaekel a déjà obtenu cet éther en traitant un des disulfothiophènes par la réaction de Merz et éthérifiant l'acide obtenu.

H. Brunner. Azoresorcine et azoresorufine.
(*Berichte*, XVIII, p. 580, Lausanne.)

Cet article est une discussion sur la constitution de ces deux corps, et une réponse à P. Weselsky et R. Benedikt, qui avaient attaqué [1] le précédent mémoire de Brunner et C. Krämer sur ce sujet [2].

[1] *Monatshefte für Chemie*, novembre 1884.
[2] *Archtves*, XIV, p. 78

HEINRICH GOLDSCHMIDT ET HANS SCHMID. NITROSOPHÉNOLS. (*Berichte*, XVIII, p. 568 et 2224. Zurich.)

Les auteurs continuant leurs recherches sur l'action de l'hydroxylamine sur les kétones [1] ont obtenu le nitrosoparaxylénol (phloronoxime), en la faisant réagir sur le phloron; il forme des aiguilles fusibles à 163°, ayant la constitution :

```
          CO
         /  \
      CH      C.CH3
      ||      ||
  CH3.C       CH
         \  /
         CNOH
```

Cette substance oxydée donne le nitroparaxylénol

$$C_6H_2 \begin{cases} OH & (1) \\ NO_2 & (4) \\ CH_3 & (2) \\ CH_3 & (5) \end{cases}$$

aiguilles fusibles à 122° dont l'amide cristallise en écailles qui se décomposent vers 180°.

Pour prouver que les nitrosonaphtols n'ont pas la constitution

$$C_{10}H_6 \begin{cases} NO \\ OH \end{cases}$$ mais sont bien des quinonoximes $$C_{10}H_6 \begin{cases} {=}NOH \\ {=}O \end{cases}$$

les éthers méthyliques ont été préparés; si la seconde formule est la vraie, par la réduction de ces éthers on doit obtenir, non pas une combinaison analogue à l'anisidine

$$C_{10}H_6 \begin{cases} OCH_3 \\ NH_2 \end{cases}$$ mais bien un amidonaphtol $$C_{10}H_6 \begin{cases} OH \\ NH_2 \end{cases}$$

avec formation d'alcool méthylique; c'est ce qui a réelle-

[1] *Archives*, XIII, p. 367.

ment lieu. Une autre preuve est apportée par l'action de la méthylhydroxylamine sur la β naphtoquinone, on obtient l'éther méthylique du β nitroso α naphtol déjà obtenu par Fuchs.

Le chlorhydrate de méthylhydroylamine agit aussi sur l'α naphtoquinone, on obtient des aiguilles fusibles à 85°, probablement identiques avec l'éther α nitroso.α.naphtol d'Ilinski; c'est une oxime qui a bien pour constitution

$$C_{10}H_6 \begin{matrix} \diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown\!\!\diagdown NOCH_3 \end{matrix}$$

car par réduction on obtient l'α-amido. α. naphtol, fusible à 125°.

Karl Egli. Produits de la distillation sèche du phénylsulfite d'ammoniaque. (*Berichte*, XVIII, p. 575. Zurich.)

On obtient par la distillation sèche du phénylsulfite d'ammoniaque : 1° un sublimé de benzolsulfamide $C_6H_5.SO_2NH_2$; 2° du benzol; 3° du phénylmercaptan C_6H_5SH; 4° de la chinoline; 5° de la sulfobenzide $C_6H_5—SO_2—C_6H_5$; 6° du diphényl $C_6H_5—C_6H_5$; 7° du sulfure de phényl $C_6H_5.S.C_6H_5$.

M. J. Lazarus. Distillation fractionnée au moyen de la vapeur d'eau. (*Berichte*, XVIII, p. 577. Zurich.)

L'auteur a employé avec succès la vapeur d'eau pour la distillation fractionnée d'un mélange de deux substances non solubles dans l'eau, pourvu que les points d'ébullition des substances ne soient pas trop voisins. Cette méthode peut rendre de grands services quand l'un des corps est plus ou moins facilement décomposable près de sa température d'ébullition et qu'il est volatil avec les vapeurs d'eau.

BOTANIQUE

W. Barbey. Floræ Sardoæ compendium. Catalogue raisonné des végétaux observés dans l'île de Sardaigne. Lausanne, Bridel, 268 p., 7 planches.

Depuis la Flora Sardoa de Moris, ouvrage inachevé qui ne comprend ni les monocotylédones, ni les cryptogames, la flore de l'île de Sardaigne n'a jamais été l'objet d'un travail d'ensemble. C'est cette lacune que M. Barbey a cherché à combler en coordonnant tous les renseignements épars dans diverses publications sur la distribution des espèces sardes. M. Barbey ne s'est pas contenté de compulser les documents imprimés; il s'est adressé à tous les botanistes qui connaissent spécialement l'île de Sardaigne; il a réuni ainsi une foule de données intéressantes, et le tableau qu'il nous présente de la végétation de la Sardaigne est aussi complet que le permettent les explorations actuelles de cette région. Le catalogue de M. Barbey, complété par un supplément étendu, rédigé par M. le prof. Ascherson, et par des analyses des publications les plus récentes, porte le chiffre total des végétaux connus dans l'île de Sardaigne à 2856 espèces, dont environ 1300 dicotylédones, 400 monocotylédones et 1150 cryptogames.

M. le Dr Levier, de Florence, a fourni à M. Barbey les éléments d'un tableau comprenant les espèces endémiques ou spéciales à la Corse seule, à la Corse et à la Sardaigne, à la Sardaigne seule; à la Corse, à la Sardaigne et à l'archipel toscan, avec quelques stations soit aux Baléares, soit sur la terre ferme. Ce tableau est intéressant et dénote pour ces régions un chiffre relativement considérable d'espéces endémiques. En voici le résumé :

Corse	58	espèces	endémiques.
Corse et Sardaigne	38	»	»
Sardaigne	47	»	»
C., S. et terres adjacentes ...	43	»	»
	186		

Ce tableau ne comprend pas les cryptogames cellulaires;

il ne se rapporte donc pour la Sardaigne qu'à 1700 espèces environ, ce qui, pour cette île, donne une proportion d'environ 2,8 °/₀ d'espèces endémiques spéciales, et de 7,5 °/₀ d'espèces endémiques répandues également dans les îles voisines.

Enfin, M. Barbey a enrichi son travail de la traduction d'une exploration botanique faite, en 1858, dans l'île de Sardaigne, par l'illustre botaniste et voyageur Schweinfurth. Ces pages, si elles ne renferment pas des renseignements botaniques d'une grande importance, sont écrites avec toute la verve et l'entrain d'un jeune homme, et sont d'une lecture fort attrayante.

Le Floræ Sardoæ Compendium offre donc aux botanistes un recueil précieux de documents sur cette région, documents qui, jusqu'ici, étaient dispersés et d'un accès difficile. Il est enrichi de 7 planches donnant des espèces peu connues et non encore figurées. M. M.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 6 août 1885.

Will. Marcet. Appareil pour le dosage de l'acide carbonique. — J.-L. Soret. Photographies des trajectoires suivies par certains points du corps humain en mouvement. — L. Lossier, W. Marcet. Analyse de divers travaux.

M. le doct. William Marcet décrit un appareil qu'il a imaginé et fait construire pour le *dosage de l'acide carbonique contenu dans l'air.* Cet appareil est destiné plus particulièrement à des recherches physiologiques sur la respiration dont M. Marcet espère pouvoir entretenir ultérieurement la Société.

M. le prof. J.-L. Soret avait décrit dans une précédente séance divers procédés photographiques pour la *détermination de la trajectoire d'un point donné du corps humain pendant la locomotion* [1]. L'un de ces procédés consiste à fixer au membre dont on veut étudier le mouvement, un tube de Geisler mis en communication avec un appareil d'induction, et à prendre une épreuve photographique. Sur une demande qui lui a été adressée par M. Marey, M. Soret a cherché si ce procédé est applicable lorsque le corps en mouvement qui porte le tube de Geisler est à une distance considérable de

[1] Séance du 2 juillet 1885. Voyez p. 89.

l'appareil photographique. Il est parvenu, sans grande difficulté, à opérer à une distance de 50 mètres, en employant des décharges d'induction un peu fortes et un objectif photographique de grandes dimensions. M. Soret présente des épreuves très nettes obtenues avec un appareil de Ruhmkorff, donnant des étincelles de 20mm de longueur entre les deux extrémités du fil aboutissant au tube de Geisler, celui-ci étant sorti du circuit; l'objectif photographique avait 8 cent. d'ouverture et 50 de distance focale. On a employé deux tubes de Geisler différents, l'un à azote, l'autre à hydrogène; dans ce dernier la partie étroite était contournée en hélice; tous deux ont donné de bons résultats. Il serait sans aucun doute possible d'opérer à une distance plus grande encore.

M. L. Lossier décrit les *piles à haute tension* qu'ont réalisées M. Jabloskow, M. Cormina et d'autres par l'emploi de métaux très oxydables tels que le sodium.

M. Marcet dit que la *méthode des températures accumulées* que le prof. A. de Candolle avait décrite et préconisée au sein de la Société en insistant sur les avantages qu'elle présente pour la botanique, tend à se répandre de plus en plus parmi les naturalistes anglais.

Séance du 3 septembre.

E. Gautier. Réunion de la Société astronomique à Genève. — E. Gautier. Bolide. — E. Gautier. Apparition d'une nouvelle étoile dans la nébuleuse d'Andromède. — Kammermann. Le thermomètre à boule mouillée. — Plantamour. Effet de l'arrosage pour la production de la rosée. — Achard. Balance de Hughes. — Favre. Cartes du Japon et d'Italie.

M. le col. E. Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève, mentionne la *réunion de la Société astronomique* qui a eu lieu dans notre ville du 19 au 22 août écoulé. L'honneur de recevoir leurs collègues de tous pays, pour la onzième assemblée générale de leur association, a été vivement apprécié par

les astronomes genevois. Parmi les nombreuses communications scientifiques qu'ils ont entendues pendant les séances du congrès, ils ont été heureux d'apprendre de la bouche de M. le prof. E. Weiss, directeur du grand Observatoire de Vienne, tout en regrettant que le travail n'ait pas été exécuté ici, qu'un catalogue d'environ 4500 étoiles, qui portera le nom de *Catalogue de Genève*, était en préparation, utilisant les observations publiées par E. Plantamour de 1841 à 1852, et qui ont paru dans les *Mémoires de la Société de Physique.*

M. Gautier parle ensuite de la chute d'un superbe *bolide* qui a traversé les constellations d'Hercule et d'Ophiuchus, pour disparaître dans celle du Capricorne, le 2 septembre à 8 heures 25 minutes 47 secondes du soir, en prenant une teinte rougeâtre, après avoir brillé d'un éclat très vif de lumière blanche.

M. Gautier annonce enfin la nouvelle *apparition d'une étoile de 7e grandeur au milieu de la nébuleuse d'Andromède.* Cette apparition a été signalée par télégramme venu de Kiel le 1er septembre, motivé par la découverte de M. Hartwig, astronome à Dorpat. Le soir même, le phénomène était vérifié à Genève par M. Kammermann, avec le grand équatorial Plantamour. Il constatait en même temps la non-identité de la position de l'étoile avec le noyau de la nébuleuse et en concluait que l'étoile ne devait pas être le résultat d'une modification dans la constitution de la dite nébuleuse. — Le lendemain 2 septembre, pendant que nos astronomes favorisés par le temps étudiaient de nouveau cette remarquable apparition, ils recevaient la visite de M. le prof. Thury, qui, sans avoir reçu aucun avertissement, ayant à Florissant dirigé sa lunette sur ce point du ciel, avait été frappé de l'aspect imprévu d'un astre que bien il connaissait et s'empressait de venir leur en faire part.

M. Kammermann, astronome adjoint, donne lecture d'un mémoire *sur le thermomètre à boule mouillée et son emploi pour la prévision du temps*[1].

[1] Voy. pour ce mémoire *Archives des sc. phys. et nat.*, 1885, t. XIV, p. 425.

M. Phil. PLANTAMOUR a fait des observations comparatives au sujet *de la production de rosée sur terrain humide et sur terrain sec.* Il lui avait semblé extraordinaire qu'il n'y eût point de rosée pendant les trois semaines sans pluie du mois d'août dernier, lorsque le minimum de nuit se maintenait pendant 10 jours entre 6° et 10° C. Attribuant cette absence de rosée à ce que la terre, très sèche, se chauffait sous l'influence d'un soleil très chaud et ne se refroidissait pas par l'évaporation de l'humidité, il eut l'idée d'arroser le matin le gazon. Vers 5 heures du soir, au toucher, le gazon était sec et chaud, mais à 11 h. $^1/_2$ du soir la place arrosée le matin était très mouillée par la rosée, tandis qu'à 20 cent. le gazon non arrosé était parfaitement sec. Ce qui montre que les plantes qu'on arrose bénéficient de la rosée et celles qu'on n'arrose pas sont livrées à une dessiccation continue lors d'une sécheresse prolongée accompagnée d'une forte chaleur diurne, malgré des nuits relativement froides.

M. ACHARD entretient la Société d'une recherche qu'il a faite pour juger *de la sensibilité de la balance d'induction de Hughes* à l'égard de masses métalliques placées extérieurement à une des paires de bobines, inductrice et induite, qui la constituent. Ayant été consulté par un ingénieur des mines du Laurium sur l'application de cette balance à la découverte des minerais métalliques, il a eu l'idée de faire un essai en petit. Cet essai a donné des résultats négatifs. Quelques passages du mémoire original de Hughes sur son invention lui avaient fait prévoir qu'il en serait ainsi. Cependant, avant de formuler cette conclusion d'une manière absolue, il faudrait modifier l'appareil d'essai de façon à y soumettre des masses intérieures aux bobines, et voir de quelle façon il en accuse la présence, pour être sûr que le résultat négatif ne soit pas imputable à un défaut de sensibilité.

M. Achard dit avoir répété ses expériences en présence de M. Albert Rilliet. Ce dernier croit que, pour pouvoir déceler des masses métalliques souterraines, l'appareil devrait avoir une sensibilité excessive qui en rendrait l'emploi fort gênant en le soumettant à une foule d'actions perturbatrices.

M. le prof. A. Favre montre 10 feuilles d'une carte du Japon que M. Edmond Naumann, directeur de l'*Imperial geological survey of Japan*, a fait parvenir à la Commission géologique suisse. Cette carte est au 1 : 400,000, à courbes horizontales et d'une très belle exécution. Elle est destinée à être transformée en carte géologique.

M. A. Favre expose aussi 18 cartes géologiques que M. Giordano, directeur du service géologique d'Italie, a adressé, avec une extrême obligeance, à la Commission géologique suisse. L'une de ces cartes représente la Sicile entière, une autre toute l'île d'Elbe et d'autres divers endroits d'Italie. L'ensemble de ce travail est très beau; il ne sera terminé que lorsque les 277 feuilles qui constituent la carte auront été publiées. Toutes ces cartes ont été déposées au Polytechnicum à Zurich.

Séance du 1er octobre.

W. Marcet. Température du corps humain pendant la marche. — H. Fol. Existence de l'intestin caudal dans un embryon humain. — J.-L. Soret. Accroissement des glaciers de la vallée de Chamonix.

M. W. Marcet communique un nouveau travail *sur la température du corps pendant l'acte de l'ascension* que nous avons reproduit plus haut[1].

M. H. Fol, se référant à une précédente communication relative à la présence d'une véritable queue renfermant des vertèbres surnuméraires, chez des embryons humains de 8 à 9 mm. de longueur, annonce qu'en poursuivant ses travaux de reconstruction anatomique d'un embryon de 8 mm. et 1 dixième, il s'est assuré de la présence d'un prolongement de l'intestin au delà du point où l'anus, facilement visible, est en train de se former. Cet *intestin caudal* rappelle un fait analogue signalé chez l'embryon de lapin par Kölliker; chez l'homme, il se produit plus tardivement, de même que l'al-

[1] Voir ci-dessus page 523.

longement de la queue est ici un phénomène moins précoce que chez les mammifères. Il devient surtout intéressant parce qu'il apparaît à une époque où la position de l'anus est déjà pleinement marquée et qu'il ne peut par conséquent pas y avoir de doute qu'il ne s'agisse ici d'un véritable organe transitoire ou représentatif.

M. le prof. J.-L. Soret communique quelques observations et quelques renseignements qu'il a récemment recueillis à Chamonix *sur l'accroissement des glaciers.* La Mer de Glace s'est relevée très notablement depuis quelques années, cela surtout dans sa partie supérieure. Le développement du Glacier des Bossons est encore plus saillant, l'effet produit d'abord dans les régions les plus élevées du glacier s'étant fait sentir ensuite beaucoup plus promptement dans le bas grâce à la rapidité de la pente. On peut évaluer à 150^m son avancement au delà de son dernier minimum de retrait. A certaines époques cette marche en avant de la partie terminale du glacier a été très rapide, elle a même atteint à un moment donné 14^m en 10 jours. L'exhaussement est considérable sur toute sa longueur.

Séance du 5 novembre.

F.-A. Forel. Ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires. — R. Pictet. Propriétés physico-chimiques des mélanges d'acide sulfureux et d'acide carbonique liquides, et leur application aux machines frigorifiques. — F.-A. Forel et Schnetzler. Une mousse du lac Léman.

M. le prof. F.-A. Forel, de Morges, membre honoraire de la Société, fait une communication sur *les ravins sous-lacustres des fleuves glaciaires.*

M. l'ingénieur J. Hörnlimann, chargé par le Bureau topographique suisse, sous la direction de M. le colonel J.-J. Lochmann, d'établir la Carte hydrographique du lac Léman, vient de constater, à l'embouchure du Rhône, un fait qu'il avait

[1] Le ravin sous-lacustre du Rhin a déjà été décrit dans la *Schw. Bau-Zeitung*, 31 mai 1884, par M. Ad. de Salis, ingénieur en chef de la Confédération, à Berne.

lui-même découvert en 1883 à l'entrée du Rhin dans le lac de Constance, fait qui semble ainsi avoir un caractère de généralité. Les deux fleuves alpins continuent leur trajet sous les eaux lacustres, dans de profonds ravins creusés dans le sol du delta immergé, ravins que l'on peut suivre fort loin et à de grandes profondeurs. Le ravin du Rhin est connu sur 5^{km} de longueur et jusqu'à 165^{m} sous la nappe des eaux; dans son profil de plus grand développement, il mesure jusqu'à 70^{m} de profondeur et 600^{m} de largeur [1]. Le ravin sous-lacustre du Rhône a été suivi jusqu'à plus de 6^{km} de l'embouchure du fleuve; il mesure de 500^{m} à 800^{m} de large; la profondeur de sa tranchée, qui atteint jusqu'à 50^{m} à 800^{m} du rivage, est encore de 10^{m} au delà de Saint-Gingolph, par 200^{m} et 230^{m} de fond. Ces ravins sont constitués par un sillon creusé dans le talus général du delta sous-lacustre, et par des digues latérales faisant saillie de chaque côté. Leur cours n'est pas rectiligne, mais plusieurs fois recourbé; dans le Léman, il est très évidemment parallèle à la ligne du rivage. Des ravins analogues, quoique moins profonds, sont visibles à l'embouchure d'anciens lits du Rhin et du Rhône, devant le village d'Altenrhein au lac de Constance, et devant le canal qui porte le nom de Vieux-Rhône au lac Léman.

Les faits topographiques découverts par M. Hörnlimann sont certains. Comment les expliquer?

M. Forel écarte d'abord l'idée que ces ravins seraient des restes d'anciens faits orographiques. L'alluvion est trop puissante dans ces régions pour ne pas avoir comblé dès longtemps tous les accidents du relief primitif du lac. Ces ravins sont donc d'origine récente, et de production actuelle.

D'après leur profil transverse, ils sont en partie causés par une action de creusement, érosion d'un courant qui attaque le sol du delta, en partie par une action de dépôt sur les bords de ce courant, qui bâtit les digues latérales. Le courant du fleuve se continue dans la profondeur, sous la nappe des eaux, en suivant la déclivité du delta.

Ce courant profond résulte de la plus grande densité des eaux fluviales, qui sont plus lourdes que les eaux du lac : 1° par le fait de leur température, 2° par leur charge d'alluvion qui les rend laiteuses.

La température du Rhône s'élève progressivement, dès le premier printemps, de 0° jusqu'à 10° et même 15°.

Les eaux du Léman ont en hiver 5° à 6° dans toute leur masse ; elles se réchauffent en été et présentent alors la stratification suivante (été de 1885) :

Surface..........	21°,0	80m..............	6°,1
20m..............	13,6	100m..............	5,9
40m..............	7,5	120m..............	5,8
60m..............	6,4	200m..............	5,7

Pendant tout l'été les eaux fluviales sont plus froides que les eaux de surface du lac ; au printemps, elles sont même plus froides que les eaux lacustres les plus profondes. L'alluvion glaciaire alourdit encore ces eaux fluviales. D'après une mesure ancienne (1869), l'eau du Rhône, en été, contient au moins 130gr par mètre cube de matières argileuses en suspension, ce qui augmente la densité de l'eau de 0,000065. Dans les crues du printemps cette surcharge d'alluvion doit être bien plus forte.

Nous avons là les conditions suffisantes pour la production du courant profond prouvé par l'existence des ravins sous-lacustres. Pendant l'été un courant très puissant descend en cascade jusqu'à 30m ou 60m de profondeur, en produisant le beau phénomène connu sous le nom de *bataillière ;* pendant le premier printemps l'écoulement de l'eau, très froide et très dense, descend jusqu'aux plus grands fonds du lac. La pente du delta immergé, qui est d'abord de 0,10, puis de 0,025, est encore de 0,015 à 4km et 6km du rivage; elle est assez forte pour donner une assez grande vitesse au fleuve sous-lacustre. Il en doit résulter l'érosion de la couche superficielle de l'argile du fond. Celle-ci, en effet, à sa surface, dans sa couche de dépôt récent, contient beaucoup de matières organiques ; elle est de consistance crémeuse et est très facilement attaquable.

M. Forel estime qu'au printemps, lors des crues dues à la fonte des neiges inférieures, lorsque l'eau du Rhône est très froide et très alourdie par l'alluvion, le courant sous-lacustre peut se prolonger jusqu'à 200m et plus de fond, enlever l'alluvion récente déposée pendant l'été précédent et

maintenir ainsi ouvert le lit du ravin. Le ravin se conservant ainsi en place d'année en année, nous avons, dans les sinuosités de ce ravin, l'indication du lieu probable du *thalweg* primitif du lac, avant que l'alluvion ait commencé à le combler. Nous pourrons peut-être, quand la Carte définitive aura été établie et que nous pourrons étudier l'inclinaison des talus latéraux du lac, en déduire la profondeur de la vallée qui a formé le plancher originel du lac (?). Les digues latérales, faisant saillie sur le delta immergé, servent de guide au dépôt de l'alluvion. Nous pouvons donc prévoir les positions successives de l'embouchure du fleuve dans les siècles futurs. Elles suivront nécessairement l'axe du ravin.

Nous avons là un type nouveau de delta fluviatile, très différent des deltas déposés par les fleuves qui se versent dans la mer et dont les eaux douces, plus légères que les eaux salées, s'étalent à la surface et tendent à former des barres. La géographie devra dorénavant distinguer deux classes principales de deltas :

1° Les deltas de fleuves à eaux légères : deltas marins.

2° Les deltas de fleuves à eaux lourdes, qui se creusent des ravins sous-lacustres : deltas des fleuves glaciaires.

M. Raoul Pictet expose les résultats de ses dernières recherches ***sur les propriétés physico-chimiques des mélanges d'acide sulfureux et d'acide carbonique liquides et leur application aux machines frigorifiques.*** Il rappelle les faits qu'il a communiqués lors de sa première lecture, le 5 mars dernier[1]. Il dit en particulier que tous les liquides volatils provenant de l'association physico-chimique de l'acide sulfureux avec l'acide carbonique ont été obtenus au commencement, en ajoutant à un certain poids défini d'acide carbonique solide des quantités croissantes d'acide sulfureux liquide.

Dans cette association presque instantanée des deux corps il se dégage de la chaleur, et des vapeurs s'échappent du mélange, emportant soit de l'acide carbonique, soit de l'acide sulfureux. C'est donc comme une *première approximation*

[1] *Archives des sciences phys. et nat.*, 1885, tome XIII, p. 212 et p. 261.

que les proportions des deux corps ont été données au début de cette étude. M. Pictet dit qu'il n'a pas encore eu le loisir de compléter ce travail, mais il tient à présenter une de ces combinaisons *bien définies* à la Société, avec une démonstration expérimentale. Dans un tube de l'appareil Cailletet, M. Graizier, préparateur de M. le prof. Wartmann, a fait passer pendant une heure les gaz produits par la décomposition de l'acide sulfurique par le charbon. Le charbon a été chauffé au rouge avant l'opération pour chasser les gaz étrangers retenus par occlusion.

Le mélange des gaz est exactement représenté par la formule

$$2\,SO^2 + CO^2 = \text{gaz du tube Cailletet.}$$

A la température de la salle, environ 18°, la liquéfaction s'obtient à 2 $^1/_2$ at. très aisément.

Pendant la compression la pression monte jusqu'à 7 atmosphères lorsque le ménisque arrive tout près du sommet du tube; on voit l'acide carbonique mélangé déjà à l'acide sulfureux former comme un second liquide au-dessus de la première partie liquéfiée moins riche en acide carbonique.

Au bout d'un instant le mélange complet est fait et la pression tombe à 2 $^1/_2$ at.

Malgré toutes les précautions, il reste toujours également un peu d'air dans le tube, on le distingue en amenant le liquide tout au haut du tube.

Une première application du *liquide volatil nouveau* a eu lieu à Lutterbach avec un appareil destiné à fonctionner avec l'acide sulfureux, mais une seconde application faite dans un appareil spécial décrit dans les *Archives* (mai et juin), vient d'être faite en Angleterre, à Southport. Avec un compresseur de 108 litres, M. Pictet a obtenu, grâce au concours simultané du liquide volatil, des nouvelles soupapes et des condenseur et réfrigérant en serpentins, un rendement de 1500 à 1600 kilos de glace à l'heure, condensant les vapeurs sous une pression de 3,2 at. effectives avec de l'eau de condensation entrant à +19° et sortant à +27°.

La température du bain salé circulant dans le glaciarium

où 150 à 200 personnes patinent à la fois était de —6° à —10°. La tension des vapeurs à l'aspiration était dans ces conditions voisine de la pression atmosphérique.

Côte à côte fonctionne une machine à acide sulfureux agissant sur la même circulation d'eau salée.

Le cylindre du compresseur a 160 litres. Le rendement de cette machine est de 800 à 900 kilos de glace à l'heure, mesurés dans les mêmes conditions que précédemment. On voit par là quel est l'énorme avantage du système nouveau.

M. Pictet ajoute que le prix de revient des nouveaux appareils est presque la moitié de celui des anciens types.

M. Pictet fait part des expériences faites par lui à l'hôpital Cochin, avec le bienveillant concours de M. le D[r] Dujardin-Beaumetz et de M. Roux, chef du laboratoire de M. Pasteur.

Dans une des salles de l'hôpital mesurant environ 60 mètres cubes, la même qui l'an dernier a servi aux expériences avec l'acide sulfureux, M. Roux a placé des éprouvettes contenant des microbes de différentes espèces, en particulier des bacilles du *charbon,* du *rouget* du porc, le bacille *virgule,* etc. Les microbes étaient répartis dans toutes les parties de la salle, dans les matelas, sous les couvertures, sur les tables, etc.

M. Roux ayant eu la complaisance d'examiner ces microbes après que M. Pictet eut introduit $2^{k},800$ de son liquide dans la salle, il constata que tous les microbes avaient été tués.

Les spores seules ont résisté aux vapeurs.

Ce résultat est sensiblement supérieur à celui qu'on avait obtenu l'an dernier avec l'acide sulfureux dans la même chambre. Les bacilles du charbon secs avaient résisté, tandis qu'avec le nouveau liquide ils ont été détruits.

M. Pictet relate en terminant les expériences qu'il a faites à Paris et à Londres pour l'utilisation de son liquide pour l'extinction des incendies.

En projetant dans une flamme énorme, provenant de pétrole répandu sur des fagots, le contenu d'un siphon plein du liquide Pictet, la flamme s'éteint presque instantanément.

La fabrique du nouveau liquide est complètement installée et en activité à Thann, Alsace.

M. E. Gautier, pour faire suite à l'annonce qu'il a faite à la

Société de l'apparition d'une étoile nouvelle dans la nébuleuse d'Andromède[1], informe que l'éclat de cette étoile a été constamment décroissant depuis sa découverte. Aujourd'hui elle est descendue à un éclat de 11me à 12me grandeur.

M. Forel signale une mousse verte trouvée à 60^{m} de profondeur dans le Lac devant Yvoire et dont la coloration indique une pénétration sensible de la lumière solaire à cette profondeur.

M. Forel signale aussi l'existence d'une moraine sous-aquatique dans le lac, en face d'Yvoire.

Séance du 19 novembre.

Phil. Plantamour. Mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulle d'air. — C. Soret. Question relative au mécanisme des vaccinations. — Wartmann. Analyse de divers travaux.

M. Phil. Plantamour lit une notice sur la 7me année d'observations des *mouvements périodiques du sol accusés par des niveaux à bulles d'air*[2].

M. Ch. Soret demande aux naturalistes présents à la séance si quelques-uns des *phénomènes de vaccination* ne pourraient pas, dans certains cas, s'expliquer par une sélection exercée sur les cellules de l'organisme par le virus introduit le premier. Par exemple, dans le cas où un poison agirait principalement en détruisant les cellules d'une portion de l'organisme, on concevrait que parmi ces cellules il s'en trouvât un certain nombre qui, sans être inférieures aux autres pour une vie normale, fussent cependant, par suite de variations accidentelles, plus facilement attaquées par ce

[1] Voir plus haut page 564.

[2] Voir pour cette notice *Archives des sc. phys. et nat.*, 1885, t. XIV, p. 443.

virus déterminé. Si le poison était introduit d'emblée sous sa forme la plus énergique, il détruirait d'un seul coup toutes les cellules plus ou moins attaquables, et produirait ainsi une lésion grave. S'il était introduit, au contraire, sous une forme atténuée, il ne détruirait que les cellules les moins résistantes; l'organisme, peu compromis, se régénérerait et, en se régénérant, ne produirait pas seulement des cellules très attaquables, mais bien un mélange de cellules de résistances diverses. L'action du virus aurait donc abouti à remplacer un certain nombre de cellules très attaquables par des cellules moins attaquables, et par conséquent à placer l'organisme dans des conditions qui pourraient lui permettre de résister à l'action subséquente d'un poison plus virulent. Est-ce que, parmi les cas réellement observés, il n'y en aurait pas qui pourrait être ramenés à un mécanisme analogue, et est-ce que l'examen approfondi de cette question ne conduirait pas à des recherches expérimentales qui pourraient offrir de l'intérêt?

MM. A. Humbert et H. Gosse, sans nier d'une façon absolue que des phénomènes de sélection puissent jouer un rôle dans certains cas simples, ne pensent pas qu'ils suffisent à expliquer la plupart des particularités de l'action des virus organisés, ni que l'on puisse actuellement se rendre compte de la part qui doit leur être attribuée.

M. le prof. Wartmann signale la communication que M. Hirn a faite récemment à l'Académie des Sciences sur la théorie kinétique des gaz.

Séance du 3 décembre.

H. Fol. Nouveau microscope. — J.-L. Soret. Observation microscopique des globules de vapeur. — D. Colladon. Étoiles filantes du 27 novembre. — D. Colladon. Nouveau système de paratonnerres de M. Melsens. — Fatio. Séjour tardif des hirondelles en 1885. — W. Barbey. Catalogue des végétaux de l'île de Sardaigne. — E. Gautier. Humidité de l'année météorologique 1885. — E. Gautier. Nouvelle comète.

M. le Président se fait l'organe des regrets profonds causés

au sein de la Société par la mort d'un de ses membres, Duby, le savant botaniste, décédé le 24 novembre dernier.

M. H. Fol présente à la Société un *microscope* qui a été construit sur ses indications dans les ateliers de la *Société genevoise pour la construction d'instruments de physique.* C'est un instrument de voyage; mais différent en cela des nombreux modèles de voyage qui existent déjà, celui-ci présente, sous le rapport de la stabilité, de la largeur de la table, des appareils d'éclairage, etc., tous les avantages des grands instruments de laboratoire. Ce n'est pas un microscope d'excursions, c'est un véritable instrument de voyage. Plusieurs des idées dont M. Fol s'est inspiré dans cette construction sont empruntées à d'autres modèles. La partie la plus originale est la table et le « substage » qui courent sur une crémaillère unique, jouant le rôle d'un banc d'optique. Le même instrument peut servir de porte-loupe pour la préparation et la dissection. Pour le travail nocturne, il est muni d'une lampe à incandescence de 4 bougies nominales, actionnée par une pile au bichromate de 4 éléments. Cette lampe se place à volonté sous la table ou sur le tube du microscope.

A l'aide de cet éclairage, M. Fol montre à la Société des préparations colorées de microbes, entre autres, une de bacilles virgules récoltés l'année dernière à la prison de Saint-Antoine. Cette préparation a été inspectée par M. le Dr Koch, qui a déclaré que c'était, à n'en pas douter, une culture pure de ses bacilles virgules du choléra asiatique.

M. le prof. J.-L. Soret, à l'occasion de travaux récents sur la constitution des globules de la vapeur vésiculaire et des nuages, décrit un appareil permettant jusqu'à un certain point *l'observation microscopique des globules de vapeur.*

On sait que lorsqu'on dilate de l'air humide dans une cloche de verre placée sur la pompe pneumatique, il se forme une précipitation de vapeur vésiculaire qui disparaît au bout de quelques instants. Lorsque la dilatation est faible, la précipitation est peu visible à la lumière diffuse, mais elle devient très apparente si l'on dirige sur la cloche un faisceau de lumière solaire ou électrique. L'air étant peu agité, sur-

tout au sommet de la cloche, les globules sont animés d'un mouvement relativement peu rapide.

Pour l'observation microscopique, M. Soret a disposé une petite caisse à parois de verre, qui s'adapte à la platine du microscope, et qui communique par deux tubulures munies de robinets, d'une part avec un ballon contenant de l'air humide, et d'autre part avec un récipient où l'on a fait un vide plus ou moins avancé. On peut donc alternativement dilater l'air contenu dans la caisse ou y laisser rentrer de l'air humide. On éclaire les globules qui se forment à chaque dilatation par un faisceau de lumière solaire ou électrique; dans ces conditions on distingue très bien ceux de ces globules qui se trouvent au foyer de l'objectif. Il est plus difficile de les apercevoir quand l'éclairage s'effectue suivant l'axe du microscope.

Quoique ce dispositif ait été construit depuis plus d'un an, l'auteur de la communication n'a pas eu le loisir de faire des observations assez complètes pour en tirer une conclusion sur la constitution des globules.

M. D. Colladon dit quelques mots *sur les étoiles filantes du 27 novembre,* qu'il a pu observer à diverses heures de la nuit pendant les éclaircies momentanées d'un ciel assez chargé de nuages que chassait un vent du sud-ouest et après 10 heures du soir malgré le clair de lune.

Depuis six heures et cinquante minutes jusqu'à sept heures et trois quarts, M. Colladon a pu compter de son habitation, du côté sud-ouest près du zénith, environ soixante étoiles filantes bien distinctes par minute, un aide observateur, placé à une fenêtre nord-est, en comptait cinquante et plus par minute. Les deux observateurs ont pu distinguer à plusieurs reprises deux, trois, quatre, et même cinq apparitions au même instant. On n'a aperçu aucun bolide; les plus belles étoiles filantes égalaient, mais ne dépassaient pas, une étoile de première grandeur. Toutes étaient blanches. Un petit nombre seulement d'entre elles laissaient une traînée blanche visible.

M. le professeur Marc Thury a communiqué à M. Colladon une lettre adressée vendredi soir à M. René Thury son fils,

par M. Nussberger qui seconde MM. de Meuron et Cuénod dans leur entreprise pour éclairer électriquement le tunnel du Fréjus (Mont-Cenis).

M. Nussberger dit dans sa lettre : qu'à Modane[1], par un ciel remarquablement pur, on a pu observer un nombre prodigieux d'étoiles filantes, *on en voyait jusqu'à dix et beaucoup plus, par chaque seconde,* elles partaient d'un point voisin du zénith et se dirigeaient dans toutes les directions. Une d'elles a été suivie d'une traînée restée visible pendant plus d'une demi-minute.

M. le prof. D. COLLADON présente à la Société de la part de son correspondant M. Melsens, membre de l'Académie royale de Belgique, un volume contenant de très nombreuses planches et donnant un résumé général *de l'établissement des paratonnerres multiples* sur le vaste bâtiment de l'hôtel de ville de Bruxelles.

M. Melsens a été le principal auteur et propagateur de ce système de paratonnerres qui substitue à une, ou un petit nombre de tiges métalliques élevées, placées sur le faîte des édifices, un nombre beaucoup plus grand de pointes d'une longueur médiocre protégeant toutes les parties saillantes du bâtiment à préserver. — Ce système, qui paraîtra compliqué, peut cependant être établi avec une dépense qui ne dépasse pas celle qu'exige celui des pointes uniques très élevées.

De plus, son effet préservateur plus certain, tend à le faire adopter dans tous les cas où les édifices à préserver peuvent donner lieu à des explosions, comme les magasins à poudre, dont l'étendue est considérable, ou comme l'hôtel de ville de Bruxelles dont le clocher a environ 90 mètres d'élévation et dont les nombreux clochetons contiennent des armatures intérieures en barres de fer.

M. Melsens a été depuis 1865 un des auteurs les plus féconds sur les précautions à prendre quand on établit des paratonnerres. Il a été un des partisans convaincus de la convenance de lier métalliquement les tiges des paratonner-

[1] Modane est situé à plus de mille mètres au-dessus du niveau de la mer.

res avec les conduites d'eau, ou de gaz, opinion qui réunit aujourd'hui la grande majorité des savants électriciens. Enfin M. Melsens a étudié d'une manière toute spéciale la question la plus délicate, et une des plus importantes de ces constructions, c'est-à-dire le parfait raccordement des tiges de paratonnerres avec les parties conductrices du sol.

Les expériences qu'il a faites sur ce sujet et les instructions détaillées contenues dans son mémoire, méritent d'être connues et méditées par tous ceux qui s'occupent de la construction des paratonnerres. La Société doit être reconnaissante envers l'auteur de l'envoi de cette intéressante notice.

M. V. Fatio signale un *prolongement important du séjour des Hirondelles à Genève, en automne 1885.*

Necker, en 1823 (Mém. sur les Oiseaux des environs de Genève) fixait au 23 octobre le dernier départ des hirondelles. M. Fatio a constaté, depuis lors, la présence d'hirondelles de cheminées (*H. rustica*) à Genève, sur le Rhône, d'abord jusqu'au 7 novembre en 1869, puis, cette année (1885), jusqu'au 22 novembre, le long des quais et du pont du Mont-Blanc.

Le mélange d'un ou deux individus des *H. urbica* et *H. riparia* avec les retardataires de l'*H. rustica*, jusqu'au 17 novembre, ne semble pas à l'appui de l'idée de nichées trop tardives des dernières, bien que celles-ci soient, en effet, plus exposées à divers accidents de leurs premières couvées. L'auteur de la communication croirait plutôt que les quelques rares hirondelles (8-10) restées exceptionnellement si tard dans notre ville doivent être des oiseaux ayant souffert des intempéries qui, à la fin de septembre, ont fait périr un si grand nombre de leurs semblables sur divers points dans le bassin du Léman, et que, trop éprouvées, elles n'ont pu suivre, en temps utile, le gros de leurs congénères.

Lorsqu'il les vit pour la dernière fois, M. Fatio remarquait que ces hirondelles étaient toutes lentes dans leurs mouvements, un peu bossues et, pour la plupart, avec le plumage complètement en désordre, comme si, affaiblies par une abstinence prolongée, elles n'avaient plus le courage de procéder régulièrement à leur toilette quotidienne.

La douceur relative de la température jusqu'en décembre aura-t-elle permis à ces malheureux retardataires de gagner des contrées plus propices à leur existence ? L'auteur craint plutôt que ces pauvres oiseaux n'aient péri dans nos murs, faute de trouver la subsistance nécessaire.

M. William Barbey présente à la Société l'ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de *Floræ Sardoœ Compendium.* Catalogue raisonné des végétaux observés dans l'île de Sardaigne dressé par lui avec supplément par MM. P. Ascherson et E. Levier. Lausanne, 1885.

Ce travail est dédié au chevalier professeur Moris, mort en 1869, laissant la description des dicotylédones sardes connues à cette date. Dès lors de nombreux matériaux se sont accumulés et ont permis de donner l'échelle végétale sarde des Angiospermæ aux Myxomycètes, de telle façon que le volume offert contient un tableau de la végétation de l'île plus complet que nous n'en avons pour aucun autre pays, sauf peut-être la province de Silésie.

M. le Dr Paul Ascherson de Berlin ayant pris un très vif intérêt à ce travail, l'a revu à fond et dans un supplément, suivi d'Addenda altera, il a accumulé de précieuses remarques sur nombre d'espèces critiques et nouvelles.

« Mon excursion à travers l'ile de Sardaigne, 1858 » journal de Georges Schweinfurth, le célèbre explorateur de la vallée du Nil, traduit par Mme Barbey a été inséré pour donner une idée générale de la végétation de la région basse de l'île.

M. le Dr Levier a bien voulu dresser un tableau d'où il résulte que les espèces phanérogames spéciales à la Corse sont au nombre de 58 ; Corse et Sardaigne, 38 ; Sardaigne, 47 ; Corse, Sardaigne et terres adjacentes, 43 ; total 186 espèces.

Pour des flores relativement si peu riches en espèces dans leur ensemble, 186 espèces plus ou moins endémiques constituent une proportion très forte, qui ne sera guère dépassée que dans d'autres îles méditerranéennes (Crète par exemple) et qui est très supérieure au chiffre des spécialités des îles, entre autres les Baléares.

Ces faits joints à d'autres observations zoologiques et

paléontologiques corroborent l'ingénieuse théorie de « la Tyrrhenis » émise par le savant docteur Forsyth-Major de San-Stephano.

M. le D[r] Muller fait ressortir l'importance de la publication que vient de faire M. Barbey. Il signale dans ce travail un exemple à peu près unique dans la science moderne, d'une énumération complète de toutes les espèces du règne végétal d'une flore locale.

M. E. Gautier donne le nombre de 883 millimètres comme total d'eau de pluie et de neige tombée à Genève pendant l'année météorologique finissant le 30 novembre 1885. Cette période, qui s'était maintenue sèche pendant les trois premières saisons, est descendue au rang d'année humide par suite d'un automne très pluvieux. La moyenne pour les soixante années d'observation ressort à $828^{mm},8$.

M. E. Gautier annonce ensuite qu'une comète télescopique, découverte à Paris par M. Fabry, le 1[er] décembre, dans la constellation d'Andromède, a été aperçue dès le lendemain à Genève. Le surlendemain 3 décembre, jour même de la séance, une position a pu en être obtenue par M. Kammermann.

M. le prof. E. Wartmann annonce que la science vient de faire deux pertes sensibles par la mort de M. Trèves et de M. Andrews.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

NOVEMBRE 1885

2, gelée blanche le matin ; forte bise de midi à 7 h. du soir.
6, forte bise depuis 10 h. du matin.
7, forte bise jusqu'à 7 h. du matin.
10, 11 et 12, brouillard tout le jour.
15, forte bise depuis 9 h. du soir.
16, très forte bise tout le jour.
17, forte bise le matin; grésil à midi 53^{m} ; neige de 4 h. à 8 h. du soir ; hauteur de la neige : 2^{cm},5.
19, brouillard tout le jour.
20, brouillard le matin.
22, brouillard tout le jour.
23, forte rosée le matin ; un fort brouillard enveloppant s'élève peu après 7 h. du matin.
25, brouillard le matin ; fort vent depuis 7 h. du soir.
28, rosée le matin.
29 et 30, on aperçoit une lueur crépusculaire assez intense à travers les nuages vers 5 h. $^1/_2$ du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 8 h. matin	729,77		
		Le 6 à 1 h. matin	723,58
12 à 1 h. matin	733,42		
		15 à 7 h. matin	721,28
17 à 9 h. matin	731,50		
		19 à 6 h. matin	723,17
20 à 10 h. matin	725,07		
		22 à 6 h. soir	709,94
27 à 11 h. soir	729,84		
		28 à 3 h. soir	726,40
30 à 10 h. matin	732,91		

GENÈVE. — NOVEMBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Baromètre. Minim. observé au barogr.	Baromètre. Maxim. observé au barogr.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°					mm.				°	°	cm
1	721,48	— 4,68	720,09	724,57	+ 6,42	— 0,55	+ 2,9	+12,1	782	— 52	520	950	...	...	S. 1	0,52	+ ...	.....	188,0
2	727,21	+ 1,05	724,98	728.83	+ 4,86	— 1,93	+ 0,3	+ 9,0	811	— 23	650	960	...	...	NNE. 1	0,42	8,1	— 3,4	190,0
3	728.65	+ 2.50	727,45	729.77	+ 4,87	— 1,74	+ 1,2	+ 8,2	812	— 23	670	970	...	...	N. 1	0,95	8,4	— 3,0	188,5
4	726,07	— 0,09	725,30	727,28	+ 5 38	— 1,06	+ 3,4	+ 7,5	810	— 25	720	930	...	...	S. 1	1,00	9,7	— 1,6	187,0
5	725,74	— 0,42	723.65	726.91	+ 5,14	— 1,12	+ 3,7	+ 6,9	834	— 2	800	920	2,5	4	SSO. 1	0,97	9,4	— 1,7	185,5
6	726,63	+ 0,47	723,58	728,41	+ 5,51	— 0,58	+ 3,2	+ 7,2	745	— 91	570	920	1,6	2	NNE. 2	1,00	9,5	— 1,5	185,3
7	728.76	+ 2,59	727,34	729,82	+ 5,92	0,00	+ 4,6	+ 6,9	761	— 76	700	810	...	...	NNE. 1	1,00	9,4	— 1,5	185,0
8	729,54	+ 3,36	729,04	730 02	+ 6,09	+ 0,35	+ 5,0	+ 7,0	775	— 62	760	810	...	...	NNE. 1	1,00	...	.....	183,0
9	730,22	+ 4,03	729,30	731,22	+ 5,58	+ 0,01	+ 4,4	+ 7,0	824	— 14	770	860	...	...	N. 1	1,00	9,4	— 1,2	179,5
10	731,68	+ 5,48	731,03	732,44	+ 5,01	— 0,39	+ 4,0	+ 6,0	861	+ 23	840	880	...	...	NNE. 1	1,00	9,4	— 1,1	176,0
11	732 47	+ 6,26	732,09	733,27	+ 4,42	— 0,82	+ 3,2	+ 5,8	882	+ 43	780	940	...	...	E. 1	1,00	9,4	— 0,9	175,0
12	732,53	+ 6,31	731,39	733,42	+ 3,81	— 1,26	+ 2,0	+ 6,0	931	+ 92	860	970	...	...	variable	1,00	9,2	— 1,0	174,0
13	729,25	+ 3,01	727,40	731,62	+ 4,64	— 0,27	+ 2,7	+ 6,5	980	+140	940	1000	5,0	8	S. 1	1,00	9,4	— 0,7	173,0
14	724,36	— 1,89	722,04	727,15	+ 8,37	+ 3,63	+ 4,8	+12,2	894	+ 54	800	1000	1,0	1	variable	0,95	9,2	— 0,8	172,0
15	722,85	— 3,42	721,28	725,48	+ 8,97	+ 4,39	+ 5,7	+10,5	825	— 16	720	920	2,0	2	variable	1,00	...	.....	171,0
16	726,90	+ 0,61	725,38	729,36	+ 3,52	— 0,90	+ 1,8	+ 6,0	758	— 83	730	780	...	...	N. 3	1,00	8,4	— 1,3	172,3
17	730,05	+ 3,74	729,32	731,50	+ 1,04	— 3,22	— 0,4	+ 2,5	818	— 24	720	980	6,0	6	NNE. 1	1,00	8,2	— 1,4	169,0
18	726,49	+ 0,15	724,22	729 06	+ 1,12	— 2,98	— 0,2	+ 2,2	984	+142	950	1000	6,0	6	SSO. 1	1,00	7,9	— 1,6	166,0
19	723,90	— 2,46	723 17	724,83	+ 3,36	— 0,59	+ 1,4	+ 5,4	964	+121	920	1000	...	...	S. 1	1,00	8,4	— 0,9	165,5
20	724,25	— 2,14	723,55	725 07	+ 3,68	— 0,11	+ 2,5	+ 5,0	907	+ 64	820	950	0,3	5	NNE. 1	1,00	8,4	— 0,8	165,0
21	719,95	— 6,46	717,20	723,68	+ 3,99	+ 0,35	+ 2,5	+ 5,6	930	+ 86	850	980	0,5	2	N. 1	1,00	8,3	— 0,8	164,0
22	713,06	—13,38	709,94	716,85	+ 4,29	+ 0,80	+ 2,7	+ 5,4	976	+131	940	1000	0,3	1	S. 1	1,00	...	.....	163,0
23	712,46	—14,01	711,45	714,25	+ 4,71	+ 1,37	+ 1,7	+ 6.6	975	+130	930	1000	1,2	8	variable	0,85	7,5	— 1,3	162,5
24	716 26	—10,24	714,47	717,78	+ 5,89	+ 2,69	+ 3,3	+11,4	904	+ 58	690	1000	...	...	SO. 1	0,70	7,5	— 1,2	161,0
25	716,81	— 9,72	715,35	718,04	+ 5,76	+ 2,70	+ 2,3	+ 9,7	937	+ 90	840	1000	5,5	5	SO. 1	1,00	7,5	— 1,1	157,5
26	720,76	— 5,81	717,81	722,36	+10,68	+ 7,76	+ 8,1	+13,8	774	— 73	710	850	0,3	1	S. 1	0,95	7,6	— 0,9	155,0
27	726,25	— 0,35	722,59	729,84	+11,27	+ 8,49	+ 7,7	+14,1	726	—122	600	860	2,2	3	S. 1	0,82	8,7	+ 0,3	153,2
28	728 12	+ 1,48	726,40	729,82	+ 9,47	+ 6,83	+ 6,8	+11,7	744	—104	530	950	4,7	4	S. 1	0,93	8,7	+ 0,4	150,7
29	729,84	+ 3,47	728,60	732,29	+11,57	+ 9,06	+ 8,6	+15,7	914	+ 65	830	1000	14,6	20	S. 1	1,00	...	.....	152,0
30	732,24	+ 5 53	731,69	732,91	+14,93	+12,55	+12,2	+16,5	807	— 43	720	1000	...	...	S. 1	0,98	9,2	+ 1,1	157,8

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1885.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	Baromètre.							
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	726.95	726,96	727,49	727,94	727.59	727,69	728,02	728,16
2e »	727.82	727,51	727,42	727,76	726 97	726.78	727,08	727,11
3e »	721,52	721,42	721,57	722.16	721.32	721,03	721,51	722 08
Mois	725 43	725,29	725,49	725 95	725 29	725,17	725.54	725,78
	Température.							
	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 4,82	+ 4.28	+ 3.96	+ 6,29	+ 7,25	+ 6,51	+ 5,65	+ 5.06
2e »	+ 3.89	+ 3.65	+ 3,60	+ 4.58	+ 5,37	+ 4.94	+ 4,33	+ 3,98
3e »	+ 7,32	+ 7,18	+ 6.72	+ 8,27	+ 9.81	+ 9,49	+ 8,64	+ 8,63
Mois	+ 5.34	+ 5,04	+ 4.76	+ 6.38	+ 7,47	+ 6,98	+ 6,20	+ 5,89
	Fraction de saturation en millièmes.							
1re décade	849	869	877	759	705	740	792	822
2e »	918	911	920	903	842	856	898	906
3e »	915	908	926	880	789	802	874	856
Mois	894	896	908	847	779	799	855	861

	Therm. min.	Therm. max.	Température du Rhône.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0	0		mm	cm
1re décade	+ 3,27	+ 7,78	+ 9.16	0,89	4,1	184,78
2e »	+ 2.35	+ 6 21	+ 8,72	0,99	20,3	170,28
3e »	+ 5,59	+ 11.05	+ 8,12	0,92	29,3	157,67
Mois	+ 3,74	+ 8,35	+ 8,67	0,93	53,7	170,91

Dans ce mois l'air a été calme 0,6 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 44°,4 E. et son intensité est égale à 9,1 sur 100.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU GRAND SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1885.

Le 1er, brouillard à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir.
3, brouillard à 4 h. du soir ; fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
4, neige jusqu'à 7 h. du matin.
5, forte bise depuis 4 h. du soir ; neige à 4 h. du soir ; brouillard depuis 7 h. soir.
6, brouillard par un forte bise pendant tout le jour.
7, fort vent depuis 7 h. du soir.
9, neige à 10 h. du matin ; brouillard à 1 h. du soir.
11, forte bise jusqu'à 1 h. du soir; brouillard jusqu'à 4 h. du soir.
13, fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
15, neige jusqu'à 4 h. du soir, puis brouillard.
16, brouillard depuis 1 h. du soir.
17, neige ; brouillard par une forte bise tout le jour.
18, brouillard à 10 h. du matin
19, brouillard pendant tout le jour.
20, fort vent jusqu'à 7 h. du soir ; neige à 1 h. du soir ; brouillard de 4 h. à 7 h. soir
21, neige et fort vent toute la journée.
22, neige ; brouillard par un fort vent tout le jour.
23, fort vent tout le jour ; neige à 7 h. du matin ; brouillard depuis 10 h. matin.
25, brouillard depuis 4 h. du soir.
26, neige jusqu'à 7 h. du matin.
27, neige de 8 h. à 9 h. du matin ; brouillard à 10 h. du matin.
28, forte bise de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
30, forte bise depuis 1 h. du soir ; brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
		Le 1er à 6 h. matin	556,15
Le 3 à 1 h. soir	564,10	6 à 5 h. matin	557,40
10 à 10 h. soir	568,23	11 à 4 h. soir	567,60
12 à minuit	568,40	15 à midi	559,03
17 à 10 h. soir	564,09	19 à 6 h. matin	561,40
20 à 10 h. matin	562,83	22 à 10 h. soir	550,92
30 à 11 h. matin	570,85		

SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1885.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum. observé au barographe	Maximum. observé au barographe	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum absolu.	Maximum des 6 observat.	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.	Nébulosité moyenne.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim			
1	557.10	— 6,20	556,15	559.07	— 7,50	— 4,34	— 9,8	— 5,4	.....	.....	....	NE. 1	0,72
2	561,41	— 1,82	559,29	563,23	— 7,85	— 4,55	—12,0	— 5,8	.....	.....	....	NE. 1	0,20
3	563,60	+ 0,44	563 05	564,10	— 1,98	+ 1,46	— 6,2	— 0,9	.....	.....	....	NE. 1	0,58
4	562,49	— 0,61	561,98	563,75	— 3,40	+ 0,18	— 4,8	— 1,8	80	5,6	....	variable	0,65
5	560,53	— 2,51	558,50	562,00	— 5,68	— 1,96	— 8,6	— 2,6	90	6,5	....	NE. 2	0,67
6	559,38	— 3,60	557,40	561,22	— 9,31	— 5,45	—10,2	— 8,1	.....	.....	....	NE. 2	1,00
7	564,17	+ 1,25	561,60	565,60	— 2,05	+ 1,94	—10,0	— 1,1	.....	.....	....	SO. 1	0,25
8	565,37	+ 2,51	565,16	565 44	— 1,23	+ 2,89	— 2,6	+ 2,1	.....	.....	....	SO. 1	0,43
9	566,05	+ 3,25	565,25	566,80	— 2,76	+ 1,49	— 5,0	— 1,0	10	0,5	....	SO. 1	0,58
10	567,41	+ 4,66	566,60	568,23	— 1,93	+ 2,45	— 3,0	0,0	.....	.....	....	SO. 1	0,52
11	567,87	+ 5,17	567,60	568,08	— 4,61	— 0,10	— 5,8	— 2,7	.....	.....	....	NE. 2	0,72
12	567,58	+ 4,93	566,91	568,40	— 4,35	+ 0,30	— 8,0	— 1,9	.....	.....	....	NE. 1	0,13
13	565,02	+ 2,42	563,06	567,02	— 6,03	— 1,25	— 7,2	— 4,8	.....	.....	....	SO. 1	0,33
14	562,02	— 0,53	561,00	563,10	— 3,83	+ 1,07	— 6,5	— 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,43
15	559,64	— 2,86	559,03	560,95	— 3,30	+ 1,72	— 6,2	+ 1,6	200	17,2	....	NE. 1	1,00
16	560,73	— 1,73	559,30	562,68	— 7,08	— 1,94	—10,4	— 5,1	.....	.....	....	NE. 1	0,77
17	563,68	+ 1,26	562,85	564,09	— 9,03	— 3,77	— 9,5	— 6,5	80	3,9	....	NE. 2	0,93
18	562,78	+ 0,40	561,78	563,85	— 2,68	+ 2,70	— 8,2	0,0	.....	.....	....	NE. 1	0,58
19	561,83	— 0,51	561,40	562,66	— 2,23	+ 3,26	— 3,6	— 0,6	.....	.....	....	SO. 1	1,00
20	562,30	0,00	561 65	562,83	— 2,50	+ 3,10	— 3,7	— 0,3	150	15,6	....	SO. 2	0,92
21	559,41	— 2,85	557,96	561,68	— 2,73	+ 2,98	— 4,0	— 1,6	150	18,0	....	SO. 2	1,00
22	554,26	— 7,97	550,92	557,75	— 3,23	+ 2,59	— 3,9	0,0	70	12,3	....	SO. 2	1,00
23	551,86	—10,33	551,44	552,98	— 5,36	+ 0,57	— 5,9	— 3,0	60	3,0	....	SO. 2	1,00
24	553,74	— 8,41	552,70	554,55	— 7,38	— 1,35	— 9,0	— 3,4	.....	.....	....	NE. 1	0,13
25	555,61	— 6,51	554,93	556,22	— 4,98	+ 1,15	— 8,0	— 1,8	.....	.....	....	NE. 1	0,83
26	589,21	— 2,88	556,20	561,80	— 2,68	+ 3,55	— 5,2	+ 0,6	240	12,0	....	NE. 1	0,52
27	563,54	+ 1,48	561,95	565,85	— 1,61	+ 4,72	— 3,0	+ 2,8	20	1,3	....	NE. 1	0,38
28	566,06	+ 4,03	565,72	566,50	+ 1,82	+ 8,25	— 0,5	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 2	0 43
29	567,39	+ 5,39	565,80	569,63	+ 2,30	+ 8,83	+ 0,8	+ 5,3	.....	70,3	....	NE. 1	1,00
30	570,03	+ 8,06	569,40	570,85	+ 1,65	+ 8,28	+ 1,2	+ 4,7	.....	8,8	....	NE. 2	0.90

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1885.

Baromètre.

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade...	562,32	562,16	562,32	562,80	562,81	563,01	563,23	563,36
2e » ...	563,80	563,49	563,42	563,66	563,21	562,89	563,09	563,22
3e » ...	559,83	559,70	559,76	560,20	560,12	560,21	560,51	560,57
Mois	561,98	561,78	561,83	562,22	562,05	562,03	562,28	562,38

Température.

	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0
1re décade...	— 4,44	— 3,12	— 2,73	— 4,16	— 4,75	— 5,03
2e » ...	— 4,60	— 3,53	— 2,98	— 4,27	— 4,89	— 5,13
3e » ...	— 2,63	— 1,55	— 0,84	— 2,11	— 2,00	— 2,21
Mois	— 3,89	— 2,73	— 2,18	— 3,51	— 3,88	— 4,12

	Min. observé.	Max. observé.	Nébulosité.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade...	— 7,22	— 2,46	0,56	12,6	180
2e » ...	— 6,91	— 2,23	0,68	36,7	430
3e » ...	— 3,75	+ 0,86	0,72	125,7	540
Mois	— 5,96	— 1,28	0,65	175,0	1150

Dans ce mois, l'air a été calme 0,0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,40 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 21,7 sur 100.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME QUATORZIÈME (3me PÉRIODE)

1885. — Nos 7 à 12.

Pages

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève, au Grand Saint-Bernard et à Martigny.

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1885, Tomes XIII et XIV (Troisième période).

A

B

L

M

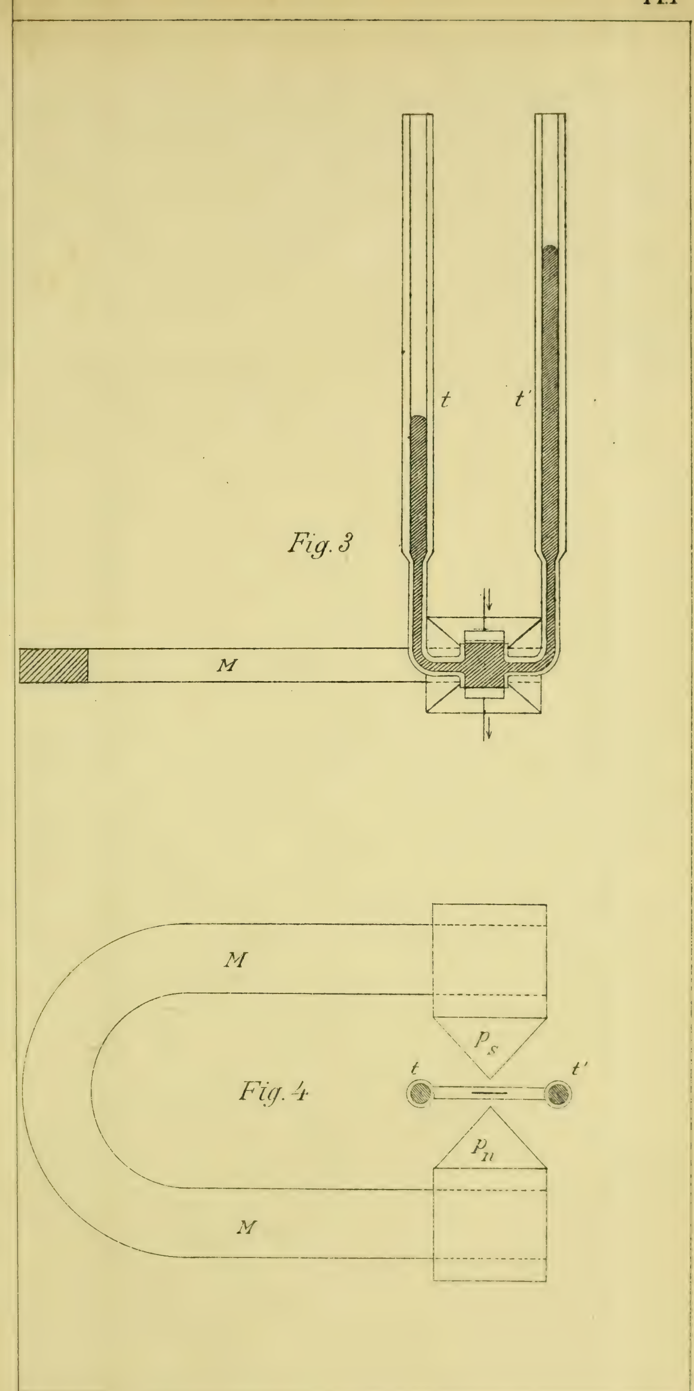
N

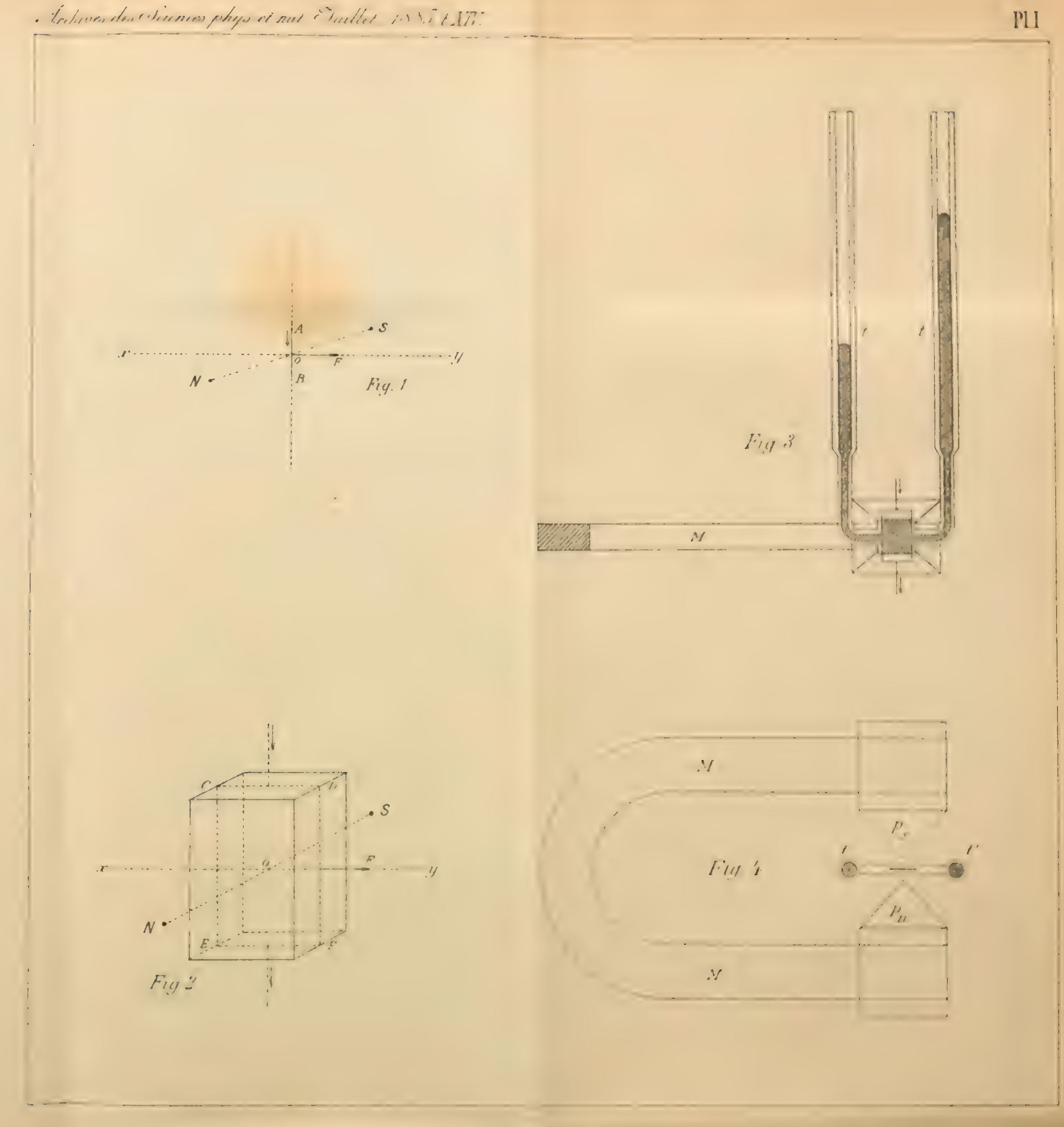
O

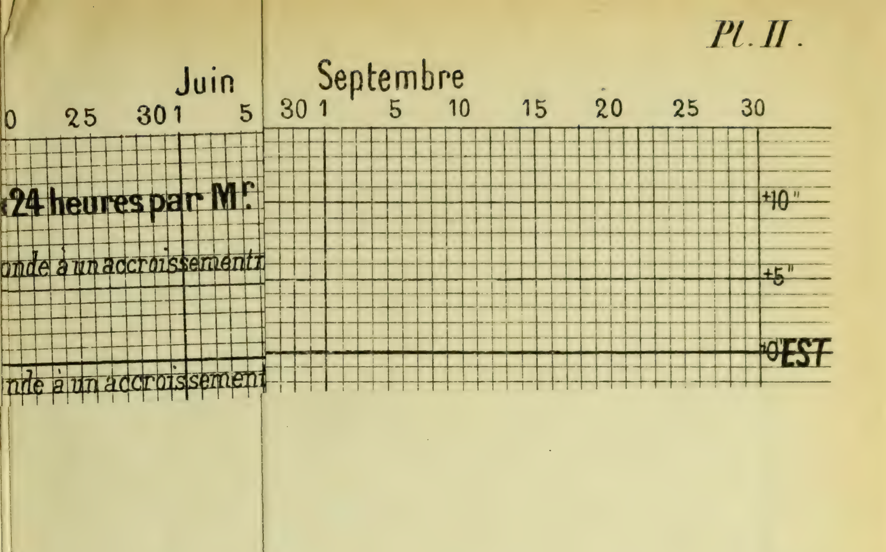
P

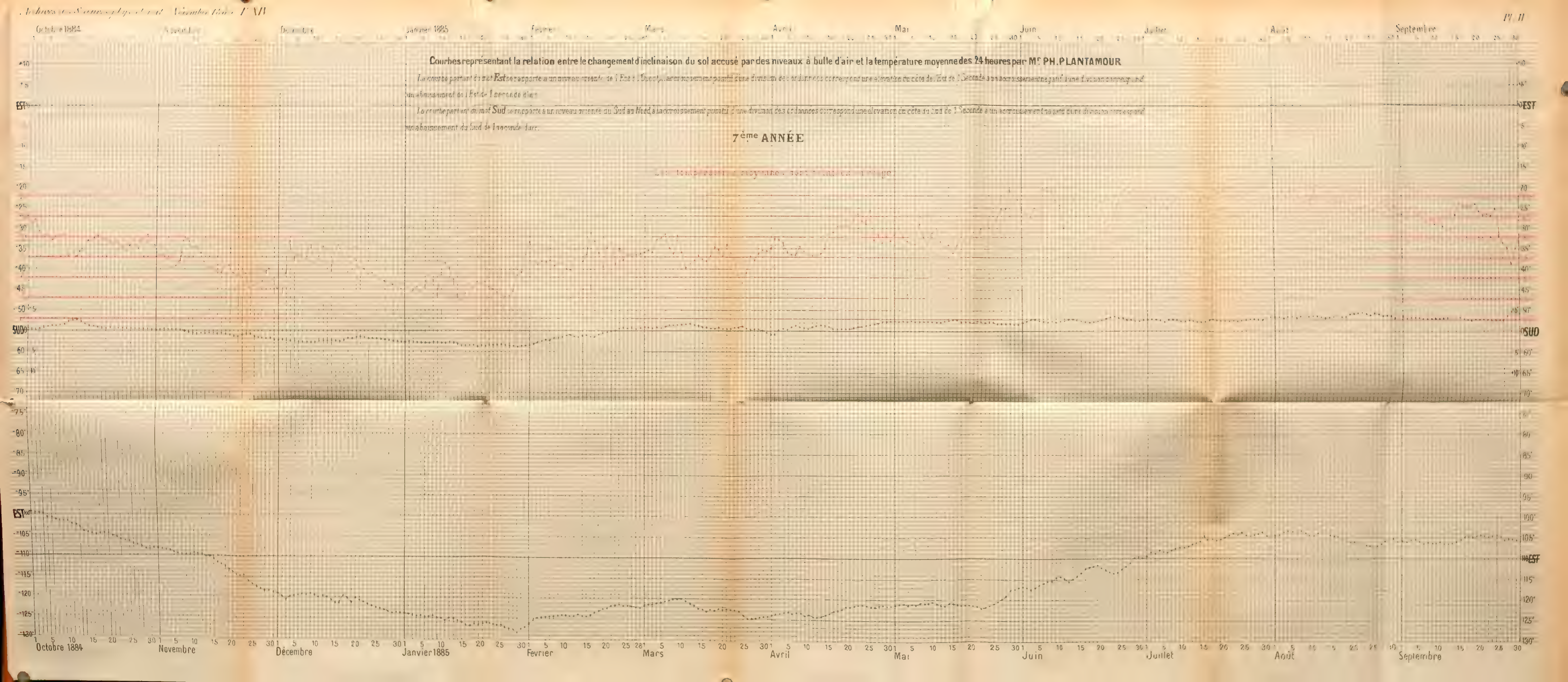
R

S


t
t'
Fig. 3
M
M
p_s
t
t'
Fig. 4
p_n
M


A
S
x
o
F
y
N
B
Fig. 1
t
t
Fig. 3
M
C
D
S
x
o
F
y
N
E
Fig. 2
M
P_s
t
t'
Fig. 4
P_n
M


Juin
Septembre
0 25 30 1 5
30 1 5 10 15 20 25 30
24 heures par Mr.
onde à un accroissement
nde à un accroissement
+10"
+5"
0 EST


Pl. II
Courbes représentant la relation entre le changement d'inclinaison du sol accusé par des niveaux à bulle d'air et la température moyenne des 24 heures par Mr. PH. PLANTAMOUR
7ème ANNÉE
EST
SUD
Octobre 1884
Novembre
Décembre
Janvier 1885
Fevrier
Mars
Avril
Mai
Juin
Juillet
Août
Septembre

